

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年3月11日 (11.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/020120 A1(51) 国際特許分類⁷: B21B 39/12, 39/00

[JP/JP]; 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010511

(22) 国際出願日: 2003年8月20日 (20.08.2003)

(72) 発明者; および

(25) 国際出願の言語: 日本語

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 青江 信一郎 (AOE, Shinichiro) [JP/JP]; 〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号 JFE 技研株式会社内 Kanagawa (JP). 小林 正樹 (KOBAYASHI, Masaki) [JP/JP]; 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 林 宏優 (HAYASHI, Hiromasa) [JP/JP]; 〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号 JFE 技研株式会社内 Kanagawa (JP). 湯浅 大二郎 (YUASA, Dai-jiro) [JP/JP]; 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 富山 政治 (TOMIYAMA, Masaji) [JP/JP]; 〒

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

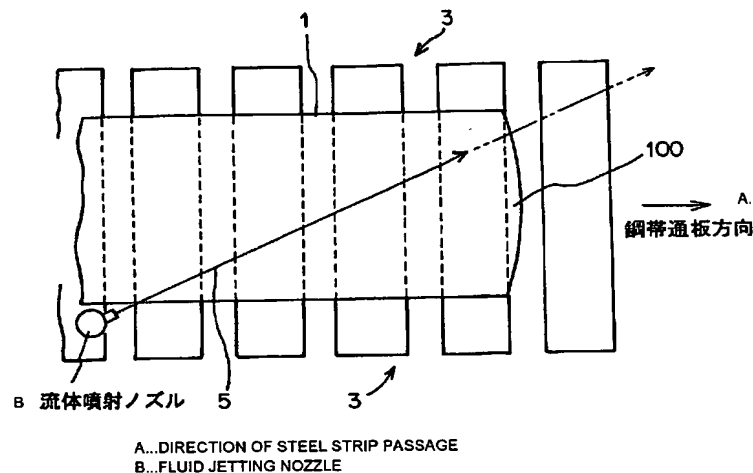
特願2002-247462 2002年8月27日 (27.08.2002) JP
 特願2003-59120 2003年3月5日 (05.03.2003) JP
 特願2003-75121 2003年3月19日 (19.03.2003) JP
 特願2003-147108 2003年5月26日 (26.05.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JFE
スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION)

[続葉有]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING HOT-ROLLED STEEL STRIP AND APPARATUS THEREFOR

(54) 発明の名称: 熱延鋼帯の製造方法及び製造設備



(57) Abstract: A process for producing a hot-rolled steel strip on a hot rolling line, especially a process capable of effecting stable run of hot-rolled steel strip on a run-out table to thereby avoid excess displacement of steel strip above pass line and avoid failure, such as front edge breakage or rear edge breakage, attributed thereto. In particular, in the process, fluid is jetted above the hot-rolled steel strip carried by a run-out table so that the fluid jet travels above the hot-rolled steel strip without being brought into contact with the surface of hot-rolled steel strip passed on pass line (namely, steel strip carrying surface of run-out table). The portion of steel strip having displaced upward over a given level from the pass line collides with the fluid jet, so that the displacement of the steel strip portion is corrected. The fluid jet travels above the hot-rolled steel strip being normally passed without being brought into contact with the same, so that the displacement of steel strip portion by fluid jet per se can be appropriately avoided.

(57) 要約: 本発明は熱間圧延ラインにおける熱延鋼帯の製造方法に関する。本発明の目的はランナウトテーブル上で熱延鋼帯を安定走行させ、鋼帯のパスライン上方への過剰な変位やこれに起因した先端折れ、尾端折れなどの発生を防止することである。本発明の方法では、ランナウトテーブルにより搬送され

[続葉有]



100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE
スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 落合 憲一郎 (OCHIAI, Kenichiro); 〒100-0011
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチー
ル株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

規則4.17に規定する申立て:

- すべての指定国のための先の出願に基づく優先権を主張する出願人の資格に関する申立て(規則4.17(iii))
- すべての指定国のための先の出願に基づく優先権を主張する出願人の資格に関する申立て(規則4.17(iii))
- すべての指定国のための先の出願に基づく優先権を主張する出願人の資格に関する申立て(規則4.17(iii))

添付公開書類:

- 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

る熱延鋼帯の上方に、流体噴流をパスライン（但し、ランナウトテーブルの鋼帯搬送面）上を通板する熱延鋼帯面と接することなく熱延鋼帯の上方を通過するように噴射する。前記パスラインから所定レベルを超えて上方に変位した鋼帯部分は、前記流体噴流に衝突しこの鋼帯部分の変位が矯正される。流体噴流は正常に通板している熱延鋼帯に接触することなくその上方を通過するため、流体噴射そのものによる鋼帯部分の変位は適切に防止される。

明 細 書

熱延鋼帯の製造方法及び製造設備

技術分野

本発明は、熱間圧延ラインにおける熱延鋼帯の製造方法及び製造設備に関する。特に、熱間仕上げ圧延機で圧延した熱延鋼帯を、ランナウトテーブルの上を順調に搬送させる方法及び設備に関する。ランナウトテーブル上での熱延鋼帯のパウンドやループを、噴射形態に特徴を有する水流噴射により解消する。

背景技術

熱延鋼帯を製造するための一般的な熱間圧延ラインでは、素材鋼を粗圧延機及び仕上圧延機からなる熱間圧延機群で圧延して熱延鋼帯とし、この熱延鋼帯を複数のテーブルロールにより構成されるランナウトテーブル上を通板させつつ冷却水で冷却した後、コイラーで巻き取ることにより熱延鋼帯コイルが得られる。

この熱間圧延ラインでは、熱延鋼帯の先端が熱間圧延機群を抜けてコイラーに巻き付くまでの間、熱延鋼帯は無張力の不安定な状態でランナウトテーブル上を通板するので、図32の(i)に示すように鋼帯先端部がランナウトテーブル50（パスライン）上から浮き上がる現象（以下「パウンド」という）51aが発生しやすく、このパウンド51aが過度に大きくなると、図32の(ii)に示すように鋼帯先端部が反鋼帯通板方向に折れ曲がる現象（以下「先端折れ」という）52aが発生してしまう。

また、同じく熱延鋼帯の先端部側が無張力でランナウトテーブル50上を通板する際、何らかの原因（例えば、上方から供給される冷却水による影響）で下流側の鋼帯通板速度が上流側の鋼帯通板速度よりも遅くなったような場合、図33の(i)に示すような熱延鋼帯が波打つ現象（以下「ループ」という）53aが発生し、このループ53aが大きく成長してしまうと、図33の(ii)に示すようにその部分が反鋼帯通板方向に折れ曲がる現象（以下「腰折れ」という）54aが発生してしまう。

また、熱延鋼帯の先端部がコイラーに巻き付いた後、熱延鋼帯の尾端部が熱間圧延機群を抜けるまでの間は、熱延鋼帯は張力が付与された状態でランナウトテーブル上を通板するため、上記ループのような非定常的な変位を生じる恐れはない。しかし、

熱延鋼帯の尾端部が熱間圧延機群を抜けると、熱延鋼帯は再び無張力の不安定な状態でランナウトテーブル上を通板することになる。図34の(i)に示すように、鋼帯尾端部が波打つように上下動するバウンド51bが発生する。このバウンド51bが過度に大きくなると、図34の(ii)に示すような鋼帯尾端部が鋼帯通板方向に折れ曲がる現象（以下「尾端折れ」という）52bが発生してしまう。さらに、先に述べた鋼帯先端部側で発生するループと同様に、何らかの原因で下流側の鋼帯通板速度が上流側の鋼帯通板速度よりも遅くなると、鋼帯尾端側においても図35の(i)に示すようなループ53bが形成される。このループ53bが大きく成長すると図35の(ii)に示すような腰折れ54bが発生してしまう。

近年、熱延鋼帯はユーザの要求により益々板厚が薄くなる傾向にある。一方、生産性を確保するため搬送速度は高速化する傾向にある。上述したようなランナウトテーブル上でのバウンドやループなどの熱延鋼帯の非定常的な変位（不安定現象）は、熱延鋼帯の板厚が薄いほど、また、搬送速度が大きいほど生じやすい。

熱延鋼帯の先端部側において上記のようなバウンド51aや先端折れ52aが発生すると、熱延鋼帯先端部がコイラー手前のピンチロール間に進入できず、コイラーによる熱延鋼帯の巻取りが不可能になる。更に、バウンド51aや先端折れ52aを生じた鋼帯部分が衝突した際の衝撃により、ピンチロール及びコイラーを含む周辺の機器類が破損するおそれもある。また、仮にコイラーで熱延鋼帯が巻取れたとしても、次工程において巻取りに不備を生じた鋼帯部分、すなわち先端折れ52aやきず欠陥部分等を切断除去する必要があるため、製品の歩留りが著しく低下する。

また、熱延鋼帯の尾端部側においてバウンド51bや尾端折れ52bが発生すると、その影響でコイラーにおいて尾端部をきれいに巻き取ることが困難になる。また、そのバウンド51bや尾端折れ52bの程度（板のバタツキの程度）によっては、ランナウトテーブルの構成設備が損傷を受けるおそれがある。さらにそのような場合に発生した熱延鋼帯の破片等が熱延鋼帯上に落下することにより、熱延鋼帯にきず欠陥を発生させる場合もある。その場合も、コイラーによる熱延鋼帯の巻取りが行えたとしても、次工程において巻取りに不備を生じた鋼帯部分、すなわち尾端折れ52bやきず欠陥部分等を切断除去する必要があるため、製品の歩留りが低下することになる。

また、熱延鋼帯の先端側部分や尾端側部分にループ53a、53bや腰折れ54a、54bが発生した場合も、上記バウンド51a、51bや先端折れ52a、尾端折れ

5 2 bが生じた場合と同じく鋼帯の巻き取りに支障をきたしたり、機器類の損傷を招くおそれがある。ランナウトテーブル上での冷却水による冷却が熱延鋼帯長手方向で一樣でなくなるため、熱延鋼帯の材質にムラが生じる。その結果、腰折れ5 4 a、5 4 bの部分や品質ムラを生じた鋼帯部分等を切断除去する必要があるため、製品の歩留りが著しく低下する。

以上のように、熱延鋼帯の製造においては、ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の非定常的な変位（通板上の不安定現象）を抑えて鋼帯を安定な状態で通板させることが、熱延鋼帯の生産性と品質を確保する面で非常に重要な課題であると言える。

上記の鋼帯の非定常的な変位（通板上の不安定現象）はライン速度を小さくすることによりある程度抑えることができる。しかし、ライン速度を低下させることは、熱延鋼帯の生産性の低下を招く。また仕上温度を確保できなくなるなど鋼帯の品質確保の面でも支障が生じるため、採用しがたい。

従来、熱延鋼帯のランナウトテーブル上での通板安定性を確保するために、以下のような提案がなされている。

- (1) ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯の先端部に、ノズルから気体や液体などの水平流または斜向流を吹き付け、この流体の吹き付けにより熱延鋼帯先端部のバウンドを抑え付ける方法（文献1：特公昭52-30137号公報）
- (2) ランナウトテーブルの上流側において、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯面に対して、斜め上方からスプレー装置により水を直接噴射し、且つその噴射水の鋼帯通板方向の速度成分を熱延鋼帯の通板速度以上にして熱延鋼帯に推進力を作用させることにより、熱延鋼帯先端部のバウンドやループの発生を抑える方法（文献2：特開平10-118709号公報）
- (3) ランナウトテーブル上を熱延鋼帯の先端部が通過する際に、ランナウトテーブルサイドの噴射装置から鋼帯通板方向に対して5～30°程度の傾きをもった方向に向けて水を水平に噴射し、熱延鋼帯先端部の先端折れを生じるようなバウンドを抑える方法（文献3：特開2001-340911号公報）
- (4) ランナウトテーブル上を熱延鋼帯の尾端部が通板する際に、鋼帯通板方向と逆方向に向けて高圧水を鋼帯面に直接噴射することにより、尾端部でのループの発生を抑える方法（文献4：特開平11-267732号公報、文献5：特開2002-192214号公報）

発明の開示

しかし、本発明者らが検討したところによれば、上記従来技術の方法には以下のような問題があることが判った。

(A) 上記従来技術のうち文献 2, 4, 5 の方法は、ランナウトテーブルのパスライン上を通板する熱延鋼帯面に対して斜め上方から直接水などの流体を吹き付けるものである。また、文献 1 において鋼帯面に斜向流を吹き付ける場合も同様である。しかし、これら従来技術のように斜め上方からパスライン上の鋼帯面に対して直接流体を吹き付けた場合、流体は鉛直方向の速度成分を有しているため、ランナウトテーブルのパスライン上を正常に通板している熱延鋼帯に対して鉛直方向の衝突力を与える。この衝突力は図 3 6 の (i) に示すように、ランナウトテーブル 5 0 の隣接するテーブルロール間に鋼帯を押し込むように作用する。この結果、図 3 6 の (ii) に示すような鋼帯先端部の跳ね上がり 5 5 (バウンド) が発生し、最終的には図 3 2 の (ii) と同様の先端折れ 5 2 a に至ることが判った。また、このような跳ね上がり 5 5 (バウンド) は鋼帯尾端部においても同様に生じ、最終的には図 3 4 の (ii) と同様の尾端折れ 5 2 b に至ることが判った。さらには、流体の鉛直方向の速度成分によって鋼帯がテーブルロール間に押し込まれる作用は、鋼帯先端側部分や尾端側部分においてループを生じさせる原因となり、最終的に図 3 3 の (ii) や図 3 5 の (ii) と同様の腰折れ 5 4 a、5 4 b に至る場合があることも判った。

さらに、図 3 2 の (i) に示すような鋼帯先端部のバウンド 5 1 a の抑制作用についても、例えば、図 3 7 A に示すように、比較的小さいバウンド 5 1 a に対して流体が当たった場合にはこれを解消できる。しかし、図 3 7 B に示すように既に大きく成長しているバウンド 5 1 a に対して流体が当たった場合には、バウンド 5 1 a を抑制しきれず、そのまま図 3 2 の (ii) に示すような先端折れ 5 2 a になる可能性が高いことが判った。また、図 3 3 の (i) に示す鋼帯先端側部分において生じたループ 5 3 a、図 3 4 の (i) に示す鋼帯尾端部のバウンド 5 1 b、図 3 5 の (i) に示す鋼帯尾端側部分において生じたループ 5 3 b に対して流体が当たった場合も、腰折れ 5 4 a、後端折れ 5 2 b、腰折れ 5 4 b に至る可能性が高いことが判った。

(B) 上記従来技術のうち文献3は鋼帯先端部に水平に流体を吹き付ける方法であり、また、文献1において水平流を吹き付ける場合も同様である。当初、本発明者らは、水平流を吹き付ける方法によれば上記(A)で述べたような流体を斜め上方から鋼帯面に直接吹き付けることによる問題は生じないものと考えた。しかし、その後の検討により、これらの従来技術においても、上記(A)で述べたような問題と実質的に同じような問題を生じることが判明した。

すなわち、これら従来技術の方法は、バウンドを生じた鋼帯先端部に対して水平に流体を吹き付けることによりバウンドを押さえ付けることを狙いとしているが、実際にはバウンドを生じた鋼帯先端部が通板する時にだけその部分を狙って流体の噴射を行うということは不可能である。当然のことながら、鋼帯がパスライン上を正常に通板している間も流体の噴射が行われる。この場合、噴射された後、速度が減衰した流体の一部または全部がパスライン上を正常に通板している鋼帯面に落下する。そして、このような鋼帯面に落下した流体は、当然にして熱延鋼帯に鉛直方向への衝突力を与えることになるため、実質的に上記(A)で述べたと同様の問題を生じることが判明した。ここで、文献3には、流体が水平に噴射されるため鋼帯面に当たることがなく、このため鋼帯先端部がテーブルロール間にもぐり込む恐れがないと記載され、文献2のように斜め上方から流体を鋼帯面に直接噴射する方法との作用効果の違いが述べられている。しかしこのように流体を鋼帯面に直接噴射しない文献3の方法においても、上記のような問題が生じることが判明したものである。

本発明者らは、このような問題を回避するためにはビーム状の流体噴流が熱延鋼帯上方を完全に通過し切るように流体噴射を行うことが不可欠であることを見出し、本発明を完成させた。この知見事実については後に詳述する。上記従来技術にはそのような知見事実や方法を示唆するような記載はない。すなわち、文献1に記載された技術は、上記(A)で述べたような鋼帯面に斜め上方から直接流体を吹き付ける方法を含んでおり、また、同文献に記載されている流体吹き付けによる作用効果は、流体吹き付けによって鋼帯通板方向で気流を生じさせ、この気流によって鋼帯先端部の浮上がり(バウンド)を防止するというものにすぎない。したがって、この文献1には、ビーム状の流体噴流が熱延鋼帯上方を完全に通過するように流体噴射を行うという技術思想は全くない。また、文献3には、上述したような流

体を水平に噴射することによる作用効果が記載されている。しかし、文献3の図1にはコーンスプレー状の水の噴射が示されており、ビーム状の流体噴流が熱延鋼帯上方を完全に通過するように流体噴射を行うという技術思想は全くない。

本発明は、上述したような従来技術の問題点を解決するためになされた。その目的は、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯のパスライン上方への過剰な変位（バウンド、ループなど）を流体噴射を利用して効果的に抑制し、これらを原因とする熱延鋼帯の先端折れ、尾端折れ、腰折れの発生を確実に防止すること。流体噴射そのものによるパスライン上方への鋼帯部分の変位も適切に防止すること。これらによりランナウトテーブル上での熱延鋼帯の安定通板を確実に実現することができる熱延鋼帯の製造方法及び製造設備を提供することにある。

本発明者らは、先に述べたような従来技術の問題に鑑み、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯のパスライン上方への過剰な変位を流体噴射を利用して効果的に抑制する方法について検討を行い、その結果、以下のような知見を得た。

- (a) 流体噴射を利用してランナウトテーブル上で熱延鋼帯を安定通板させるためには、ビーム状の流体噴流を、パスライン上を正常に通板する熱延鋼帯面と接触させることなく熱延鋼帯の上方を完全に通過するように噴射することが不可欠である。これにより熱延鋼帯のパスライン上方への過剰な変位（バウンド、ループなど）を効果的に抑制できるとともに、流体噴射そのものによるパスライン上方への鋼帯部分の変位も適切に防止することができる。
- (b) 鋼帯のパスライン上方への過剰な変位（バウンド、ループなど）を特に効果的に抑制するという観点からは、上記（a）のビーム状の流体噴流が鋼帯上方を通過する際のパスラインからの高さを最適化する必要がある。

すなわち、鋼帯上方を通過する流体噴流のパスラインからの高さが高すぎると、パスライン上方に変位した鋼帯部分が流体噴流と実質的に衝突できないため、流体噴流の作用が鋼帯の変位に対してほとんど無効となる。また、流体噴流のパスラインからの高さが、変位した鋼帯部分が衝突できる程度の高さである場合でも、その変位した鋼帯部分が流体噴流の下面に張り付いてしまう現象が起きることがあり、このような現象が生じると、通板の安定性が損なわれるとともに、先端折れ、尾端折れ、腰折れなどの原因となる場合がある。一方、鋼帯上方を通過する流体噴流のパスラインからの高さが低すぎると、正常に通板している鋼帯（矯正の必要がない

小さい変位を生じている鋼帯を含む)に流体噴流の衝突力が及ぼされ、却って安定通板が阻害されてしまう。

(c) 上記 (b) の点と同様に、鋼帯のパスライン上方への過剰な変位 (バウンド、ループなど) を特に効果的に抑制するという観点からは、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向での推進力 (衝突力) を最適化する必要がある。

すなわち、この推進力が大きすぎると、流体噴流との衝突による反動によって鋼帯に大きなパタツキが生じ、鋼帯部分の変位が却って助長されてしまう。一方、この推進力が小さ過ぎると鋼帯の変位の矯正が十分でなくなる。

本発明は、以上のような知見に基づきなされたもので、その要旨は、熱間圧延機で圧延して得られた熱延鋼帯をランナウトテーブルで搬送した後、コイラーに巻き取る熱延鋼帯の製造方法において、前記ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯の上方に、流体噴流をパスライン (但し、ランナウトテーブルの鋼帯搬送面) 上を通板する熱延鋼帯面と接することなく熱延鋼帯の上方を通過するように噴射し、前記パスラインから所定レベルを超えて上方に変位した鋼帯部分を前記流体噴流に衝突させ、当該鋼帯部分の変位を矯正することを特徴とする熱延鋼帯の製造方法である。

このような本発明の製造方法によれば、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯のパスライン上方への過剰な変位 (バウンド、ループなど) を流体噴射を利用して効果的に抑制し、これらを原因とする熱延鋼帯の先端折れ、尾端折れ、腰折れの発生を確実に防止できる。また、流体噴流は正常に通板している熱延鋼帯と接触することなく、その上方を完全に通過するため、流体噴射そのものによるパスライン上方への鋼帯部分の変位も適切に防止できる。これらによりランナウトテーブル上での熱延鋼帯の安定通板を確実に実現することができる。

本発明の製造方法において、鋼帯のパスライン上方への過剰な変位 (バウンド、ループなど) を特に効果的に抑制するためには、先に本発明の基礎をなす知見事実として述べたように、ビーム状の流体噴流が鋼帯上方を通過する際のパスラインからの高さを最適化することが好ましい。具体的には、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の中心線のパスラインからの高さを 50 mm 以上、450 mm 以下、特に好ましくは 50 mm 以上、200 mm 未満とすることが好ましい。

また、同様に、鋼帯のパスライン上方への過剰な変位 (バウンド、ループなど) を特に効果的に抑制するためには、先に本発明の基礎をなす知見事実として述べたよう

に、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向での推進力（衝突力）を最適化することが好ましい。具体的には、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の下記(1)式で定義されるライン方向推進力 F_L が 10 kg f 以上、 50 kg f であることが好ましい。

$$F_L = [\rho A (v \cos (\pi \times \alpha / 180) - u)^2] / 9.8 \quad \dots (1)$$

但し ρ : 流体噴流を構成する流体の密度 (kg/m^3)

A : 流体噴射ノズルのノズル口断面積 (m^2)

v : 流体噴流の速度 (m/sec)

u : 熱延鋼帯の通板速度 (m/sec)

α : 流体噴流の噴射方向の鋼帯通板方向に対する角度 ($^\circ$)

本発明の製造方法では、流体噴流の噴射方向は下記①、②の形態のいずれでもよく、したがって、1つのラインにおいて両者を併用してもよい。

① 流体噴流を、鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射する。

② 流体噴流を、鋼帯通板方向と逆方向（以下「反鋼帯通板方向」という）に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射する。

流体噴流の噴射方向が上記①の形態の場合には、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向速度成分を、熱延鋼帯の通板速度よりも大きくすることが好ましい。また、熱延鋼帯の先端側部分の上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯の通板速度よりも大きくし、熱延鋼帯の尾端側部分の上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯の通板速度よりも小さくすることが特に好ましい。これらにより、パスライン上方に変位した鋼帯部分に流体噴流の作用を適切に及ぼすことができる。

また、上記①と②を併用する場合、熱延鋼帯の先端側部分に対しては、流体噴流を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射し、熱延鋼帯の尾端側部分に対しては、流体噴流を反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することが好ましい。

鋼帯部分がパスライン上方に変位する現象がランナウトテーブル長手方向のどの位置で生じるのかを正確に予測することは難しいため、流体噴流の噴射は、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいた複数箇所で行うことが好ましく、この場

合、ランナウトテーブル長手方向における流体噴流の噴射位置の間隔は5 m以上、15 m以下とすることが適当である。

また、流体噴流の噴射方向の鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向に対する角度 α を $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ とすることにより、流体噴流を熱延鋼帯全幅の上方を通過させる場合において、鋼帯部分がパスライン上方に変位する現象がランナウトテーブル長手方向のいずれの箇所で生じてもこれに対応できるようにするため、流体噴流が鋼帯上方を通過している領域が鋼帯長手方向で連続していることが好ましい。このため、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいた複数箇所で流体噴流の噴射を行うとともに、熱延鋼帯全幅の上方を通過する流体噴流の軌跡を熱延鋼帯面上に平面投影した仮想の噴流通過線 x のうち、パスライン長手方向で隣接する噴流通過線 x 、 x の端部どうしを、パスライン長手方向位置で一致させるか若しくは重複させることが好ましい。

ランナウトテーブル幅方向両側から流体噴流の噴射を行う場合、両流体噴流の衝突により鋼帯に及ぼされる鋼帯幅方向への推進力によって鋼帯の走行が不安定になることを防止するため、ランナウトテーブルを挟んで対向した位置（但し、ランナウトテーブルを中心として非対称の位置を含む）から噴射され、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の下記(2)式で定義される幅方向推進力 F_w が略等しくなるよう、流体噴流の噴射を行うことが好ましい。

$$F_w = [\rho A (v \sin(\pi \times \alpha / 180))^2] / 9.8 \quad \dots (2)$$

但し ρ : 流体噴流を構成する流体の密度 (kg/m^3)

A : 流体噴射ノズルのノズル口断面積 (m^2)

v : 流体噴流の速度 (m/sec)

α : 流体噴流の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 ($^\circ$)

流体噴流は、熱延鋼帯全幅の上方を通過させるのではなく、熱延鋼帯の上方をパスライン長手方向に沿って通過させることもできる。この場合には、流体噴流の噴射方向前方の熱延鋼帯上方位置で流体噴流を回収する。

流体噴流の噴射方向は、水平面に対して上方側又は下方側に傾きを有していてもよいが、この流体噴流の噴射方向の水平面に対する傾き角 β は 10° 以下であることが好ましい。

一般に、ランナウトテーブルを通板する熱延鋼帯には、上方から冷却水が供給され、熱延鋼帯の冷却が行われるが、この冷却水により流体噴流の流速が弱められないようにするため、前記冷却水から流体噴流を遮蔽するための遮蔽体を流体噴流の上方に配することが好ましい。この遮蔽体は、流体噴流の上方に配置される遮蔽部材又は流体噴流の上方を該流体噴流と略平行に流れる遮蔽用流体噴流で構成することができる。

本発明の熱延鋼帯の製造設備は、上述した本発明の製造方法を実施するのに好適な設備であり、その要旨は以下のとおりである。

[1] 熱間圧延機群と、該熱間圧延機群の出側に設けられる熱延鋼帯搬送用のランナウトテーブルと、該ランナウトテーブルで搬送された熱延鋼帯を巻き取るコイラーとを備えた熱延鋼帯の製造設備において、流体噴流を、前記ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯の上方に、パスライン（但し、ランナウトテーブルの鋼帯搬送面）上を通板する熱延鋼帯面と接することなく熱延鋼帯の上方を通過するように噴射することができる流体噴射ノズルを、ランナウトテーブルの側方又は上方に備え、且つ該流体噴射ノズルのノズル口中心のパスラインからの高さを50mm以上、450mmとした熱延鋼帯の製造設備。

この製造設備は、先に述べた製造方法の種々の形態を実現するために、以下の[2]から[13]に示すような形態を採ることができる。これらの設備形態の意義や利点は、先に述べた製造方法の各形態に対応している。

[2] 上記[1]の製造装置において、流体噴射ノズルのノズル口中心のパスラインからの高さを50mm以上、200mm未満とする熱延鋼帯の製造設備。

[3] 上記[1]又は[2]の製造装置において、流体噴射ノズルの流体噴射方向の鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ である熱延鋼帯の製造設備。

[4] 上記[1]又は[2]の製造装置において、流体噴射ノズルの流体噴射方向の反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ である熱延鋼帯の製造設備。

[5] 上記[1]又は[2]の製造装置において、流体噴射方向の鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ である流体噴射ノズルと、流体噴射方向の反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ である流体噴射ノズルを備える熱延鋼帯の製造設備。

[6] 上記[1]から[5]のいずれかの製造装置において、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズルを設ける熱延鋼帯の製造設備。

- [7] 上記[6]の製造装置において、ランナウトテーブル長手方向における流体噴射ノズルの設置間隔が5 m以上、15 m以下である熱延鋼帯の製造設備。
- [8] 上記[1]から[7]のいずれかの製造装置において、流体噴射ノズルの流体噴射方向の鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ であり、流体噴射ノズルから噴射される流体噴流が熱延鋼帯全幅の上方を通過するようにした熱延鋼帯の製造設備。
- [9] 上記[8]の製造装置において、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔において複数の流体噴流ノズルを設けるとともに、該複数の流体噴流ノズルの間隔と流体噴射方向を、各流体噴流ノズルから噴射されて熱延鋼帯全幅の上方を通過する流体噴流の軌跡を熱延鋼帯面上に平面投影した仮想の噴流通過線 x のうち、パスライン長手方向で隣接する噴流通過線 x 、 x の端部どうしが、パスライン長手方向位置で一致するか若しくは重複するよう、設定する熱延鋼帯の製造設備。
- [10] 上記[1]から[7]のいずれかの製造装置において、流体噴射ノズルを、噴射された流体噴流が熱延鋼帯の上方をパスライン長手方向に沿って通過するよう、パスラインの上方に設けるとともに、前記流体噴流の噴射方向前方のパスライン上方位置に、流体噴流を回収するための回収手段を設けた熱延鋼帯の製造設備。
- [11] 上記[1]から[10]のいずれかの製造装置において、流体噴流ノズルの流体噴射方向が水平面に対して上方側又は下方側に傾きを有し、該流体噴射方向の水平面に対する傾き角 β が 10° 以下である熱延鋼帯の製造設備。
- [12] 上記[1]から[11]のいずれかの製造装置において、ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯に対して上方から冷却水を供給する冷却装置を有する熱延鋼帯の製造設備であって、流体噴射ノズルから噴射された流体噴流を前記冷却水から遮蔽するための遮蔽部材を、ランナウトテーブル上方に設けた熱延鋼帯の製造設備。
- [13] 上記[1]から[11]のいずれかの製造装置において、ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯に対して上方から冷却水を供給する冷却装置を有する熱延鋼帯の製造設備であって、流体噴射ノズルから噴射された流体噴流を前記冷却水から遮蔽するための遮蔽用流体噴流を、前記流体噴流の上方に略平行に噴射するための遮蔽用流体噴射ノズルを有する熱延鋼帯の製造設備。

図 1 は、本発明の製造方法における流体噴流の噴射形態の一例を示す側面図である。

図 2 は、図 1 の噴射形態例の平面図である。

図 3 は、図 1 の噴射形態例の正面図である。

図 4 A および図 4 B は、本発明法において、流体噴流をランナウトテーブル側方から熱延鋼帯全幅の上方を通過するように噴射する場合について、流体噴流の水平面上での噴射方向を示す説明図である。

図 5 は、本発明法において、流体噴流をランナウトテーブル上のパスラインの上方位置から噴射する場合の一実施形態を示す平面図である。

図 6 は、図 5 の実施形態の側面図である。

図 7 は、本発明法において、流体噴流の噴射方向が水平面に対して傾きを有する場合の一実施形態を示す正面図である。

図 8 は、本発明法の実施に供される設備の一実施形態を示す側面図である。

図 9 は、図 8 の実施形態の平面図である。

図 10 は、本発明法において流体噴流により鋼帯先端部のバウンドが解消される過程を示す説明図である。

図 11 は、本発明法において流体噴流により鋼帯先端側部分のループが解消される過程を示す説明図である。

図 12 は、本発明法において流体噴流により鋼帯尾端部のバウンドが解消される過程を示す説明図である。

図 13 は、本発明法において流体噴流により鋼帯尾端側部分のループが解消される過程を示す説明図である。

図 14 は、本発明法における流体噴流高さ h の好ましい範囲を調査するために行ったシミュレーションの結果を、鋼帯の張り付き現象の頻度で整理して示したグラフである。

図 15 は、本発明法における流体噴流のライン方向推進力 F_L の好ましい範囲を調査するために行ったシミュレーションの結果を、鋼帯先端高さ方向速度の分散値で整理して示したグラフである。

図 16 は、図 15 で用いたシミュレーションの一例を示すもので、鋼帯先端の高さ方向速度変化を示す説明図である。

図 17 は、図 15 で用いたシミュレーションの他の例を示すもので、鋼帯先端の高

さ方向速度変化を示す説明図である。

図 18 は、図 15 で用いたシミュレーションの他の例を示すもので、鋼帯先端の高さ方向速度変化を示す説明図である。

図 19 A から図 19 D は、本発明法における流体噴流の噴射位置の形態例を示す説明図である。

図 20 は、本発明法において、ランナウトテーブル幅方向両側から噴射された流体噴流により鋼帯に作用する幅方向推進力 F_w を示す説明図である。

図 21 A および図 21 B は、本発明法において、流体噴流の軌跡を熱延鋼帯面上に平面投影した仮想の噴流通過線 x を示す説明図である。

図 22 は、鋼帯通板方向側に向けて噴射された流体噴流の流速と鋼帯先端部の通板速度との関係を示す説明図である。

図 23 は、鋼帯通板方向側に向けて噴射された流体噴流が、パスライン上方に変位した鋼帯先端部に衝突する際に作用する力を示す説明図である。

図 24 は、鋼帯通板方向側に向けて噴射された流体噴流の流速と鋼帯尾端部の通板速度との関係を示す説明図である。

図 25 は、鋼帯通板方向側に向けて噴射された流体噴流が、パスライン上方に変位した鋼帯尾端部に衝突する際に作用する力を示す説明図である。

図 26 は、図 25 に示す流体噴流の作用により鋼帯尾端部のバウンドが解消される過程を示す説明図である。

図 27 は、図 25 に示す流体噴流の作用により鋼帯尾端側部分のループが解消される過程を示す説明図である。

図 28 は、本発明法において流体噴流の上方に遮蔽用流体噴流を配する場合の一実施形態を示す側面図である。

図 29 は、図 28 の実施形態の平面図である。

図 30 は、本発明法において流体噴流の上方に遮蔽板を配する場合の一実施形態を示す側面図である。

図 31 は、図 30 の実施形態の平面図である。

図 32 は、鋼帯先端部におけるバウンド及び先端折れの発生状況を示す説明図である。

図 33 は、鋼帯先端側部分におけるループ及び腰折れの発生状況を示す説明図であ

る。

図 3 4 は、鋼帯尾端部におけるバウンド及び尾端折れの発生状況を示す説明図である。

図 3 5 は、鋼帯尾端側部分におけるループ及び腰折れの発生状況を示す説明図である。

図 3 6 は、従来技術を実施した場合において、流体の衝突によって正常に通板している鋼帯先端部に生じるバウンド現象を示す説明図である。

図 3 7 A および図 3 7 B は、従来技術を実施した場合において、バウンドを生じている鋼帯先端部に流体が衝突した際の現象を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明は、熱間圧延機で圧延して得られた熱延鋼帯をランナウトテーブルで搬送した後、コイラーに巻き取る熱延鋼帯の製造方法であって、ランナウトテーブル上を通板する熱延鋼帯のパスライン上方への変位（鋼帯先端側部分又は尾端側部分のバウンド、ループなど。以下、同様）を流体噴射により矯正（抑制・解消）するに当たり、流体噴流の噴射形態に特徴を有するものである。

図 1、図 2、図 3 に、本発明の製造方法におけるランナウトテーブル上での流体噴流 5 の噴射形態の一例を示す。図 1 はランナウトテーブル及びこれに搬送される熱延鋼帯先端部を示す側面図、図 2 は同じく平面図、図 3 は同じく正面図である。

本発明では、ランナウトテーブル 3 により搬送される熱延鋼帯 1 の上方（上方空間領域）に、ビーム状の流体噴流 5 をパスライン（ランナウトテーブルの鋼帯搬送面）上を通板する熱延鋼帯面と接することなく熱延鋼帯 1 の上方を通過するように噴射する。前記パスラインから所定レベルを超えて上方に変位した鋼帯部分 100（本実施形態では鋼帯先端部のバウンド）を流体噴流 5 に衝突させ、鋼帯部分 100 の変位を矯正する（パスライン方向に押し戻す）ものである。ここで、所定レベルを超えて上方に変位した鋼帯部分 100 とは、本実施形態のような鋼帯先端部のバウンド（図 3 2 の（i）参照）、鋼帯尾端部のバウンド（図 3 4 の（i）参照）、鋼帯先端側部分や尾端側部分に生じるループ（図 3 3 の（i）及び図 3 5 の（i）参照）などである。

本発明によれば、上記のようにパスライン上方に変位している鋼帯部分 100 が流体噴流 5 との衝突によってパスライン側に押し戻されることにより、鋼帯の変位が矯正

される。流体噴流 5 は所定レベルを超えて上方に変位していない鋼帯部分においては、鋼帯面に接することなく鋼帯上方を完全に通過するだけであるため、パスライン上を正常に通板している鋼帯（所定レベル以下の範囲で上方に変位している鋼帯部分を含む）には流体噴流 5 の衝撃力が及ぶことはない。従来技術のように流体噴流そのものの衝突によって鋼帯に変位が生じるようなことはない。

本発明で用いる流体噴流 5 の流体としては、気体、液体、気体と液体の混合体のいずれでもよいが、通常は水が用いられる。

本発明における流体噴流 5 の水平面上での噴射方向は、鋼帯幅方向（鋼帯通板方向に対して直交する方向）を除けば基本的には任意であり、鋼帯通板方向側に向けて流体噴流 5 を噴射してもよいし、反鋼帯通板方向（鋼帯通板方向と逆方向）側に向けて流体噴流 5 を噴射してもよい。前者の場合には、流体噴流 5 を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することになり、また、後者の場合には流体噴流 5 を反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することになる。

但し、鋼帯の変位をより効果的且つ確実に解消するには、鋼帯先端側部分の鋼帯の変位に対しては、鋼帯通板方向側に向けて流体噴流 5 を噴射すること（すなわち、流体噴流 5 を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射すること）が好ましい。また、鋼帯尾端側部分の鋼帯の変位に対しては、反鋼帯通板方向側に向けて流体噴流 5 を噴射することが好ましい。すなわち、流体噴流 5 を反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することが好ましい。したがって、1つのランナウトテーブルにおいて、熱延鋼帯 1 の先端側部分に対しては、流体噴流 5 を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射し、熱延鋼帯 1 の後端側部分に対しては、流体噴流 5 を反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することが特に好ましい。

図 4 A 及び図 4 B は、流体噴流 5 をランナウトテーブル 3 の側方（ランナウトテーブルの側端部近傍位置を含む。以下同様）から熱延鋼帯全幅の上方を通過するように噴射する場合について、流体噴流 5 の水平面上での噴射方向を示している。図 4 A は鋼帯通板方向側に向けて流体噴流 5 を噴射する場合であり、この場合には流体噴流 5 を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することになる。また、図 4 B は反鋼帯通板方向側に向けて流体噴流 5 を噴射する場合であり、この場

合には流体噴流 5 を反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することになる。

流体噴流 5 の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 α は、パスライン上方に変位した鋼帯部分に流体噴流 5 の衝突力（パスライン長手方向での推進力）を効果的に及ぼすという観点からはなるべく小さい方が好ましい。一方、流体噴流 5 を熱延鋼帯全幅の上方を横切るように通過させる形態の場合には、上記角度 α が小さくなるにしたがって熱延鋼帯 1 の上方を通過する流体噴流 5 の長さが長くなるため、流体噴流 5 の流速を高めることが必要になる。以上の観点から、図 4 A、図 4 B のように流体噴流 5 を熱延鋼帯全幅の上方を通過するように噴射する形態の場合には、流体噴流 5 の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 α は 5° 以上、 45° 以下、好ましくは 5° 以上、 15° 以下程度にすることが合理的である。

図 1 から図 4 では、流体噴流 5 をランナウトテーブル 3 の側方から噴射する形態を示したが、流体噴流 5 をランナウトテーブル 3 上のパスラインの上方位置から噴射することもできる。図 5 及び図 6 はその一実施形態を示すもので、図 5 は平面図、図 6 は側面図である。この場合、流体噴流 5 の噴射方向にパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 α を付けて、流体噴流 5 をランナウトテーブル 3 の側方に導くようにしてもよい。他の形態としては、流体噴流 5 の噴射方向前方の熱延鋼帯上方位置に流体噴流 5 を回収するための回収手段 15 を設け、この回収手段 15 によって流体噴流 5 を回収することで、流体噴流 5 が熱延鋼帯面に落下しないようにすることもできる。前記回収手段 15 は、例えば、図示するような流体噴流 5 が進入できる開口 150 を有するダクトなどにより構成すればよい。

流体噴流 5 の噴射方向は、水平面に対して上方側又は下方側に傾きを有していてもよい。図 7 は、流体噴流 5 の噴射方向が水平面に対して傾きを有する場合の一実施形態を示す正面図である。このような流体噴流 5 の噴射方向の傾きは、図 1 から図 4、図 5 及び図 6 のいずれの形態においても付与することができる。但し、パスライン上方に変位した鋼帯部分に流体噴流の衝突力を効果的に及ぼすという観点からは、流体噴流 5 はなるべく水平に近い方が望ましい。このため流体噴流 5 の噴射方向の水平面に対する傾き角 β は $\pm 10^\circ$ 以下であることが望ましい。

流体噴流 5 の噴射には流体噴射ノズルが用いられるが、以上述べたような流体噴流

5の噴射位置や噴射方向に応じて、流体噴射ノズルの配置やノズル噴射方向が設定されることになる。

図8及び図9は、本発明の熱延鋼帯の製造方法の実施に供される設備の一実施形態を示すものである。図8は熱間圧延機の最終スタンド及びその出側設備を示す側面図、図9は同じく平面図である。

図8、図9において、2は熱間圧延機群を構成する仕上圧延機最終スタンド、3は熱間圧延機群の出側に設置される熱延鋼帯搬送用のランナウトテーブル、4はこのランナウトテーブル3で搬送された熱延鋼帯1を巻き取るコイラー4である。

前記ランナウトテーブル3は多数のテーブルロールから構成されている。また、このランナウトテーブル3の上方及び下方には、搬送される熱延鋼帯に冷却水などの冷却用流体を供給するための冷却装置（図示せず）が設けられている。前記コイラー4の入側には、ランナウトテーブル3上を搬送されてきた熱延鋼帯1をピンチしてコイラー4に導くためのピンチロール16が設けられている。

このような基本的な設備形態において、ランナウトテーブル3の両側にランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル6が設けられ、流体噴流5をランナウトテーブル3上を通板する熱延鋼帯1の上方に噴射できるようにしている。なお、流体噴射ノズル6の配置に関する種々の実施形態については後に詳述する。

各流体噴射ノズル6は流体供給系7に接続され、この流体供給系7を制御する制御装置8により各流体噴射ノズル6から噴射される流体噴流5の流量や噴射タイミング等が制御される。前記流体供給系7は、流体圧送用のポンプ11と、このポンプ11から吐出される流体の流量を調整する流量調整弁12と、開放時に流体噴射ノズル6に流体を供給する開閉弁13と、流体噴射ノズル6の角度を調整するアクチュエータなどからなる角度調整機構14等によって構成されている。

このような熱延鋼帯の製造設備では、熱間仕上圧延機最終スタンド2から出た熱延鋼帯1はランナウトテーブル3上に導かれ、ランナウトテーブル3で搬送されつつ所定温度まで冷却され、その後コイラー4によりコイル状に巻き取られる。ランナウトテーブル3を通板する熱延鋼帯1の上方に、流体噴射ノズル6から図1から図3に示すような形態で流体噴流5が噴射される。

ここで、本発明法において流体噴流5により熱延鋼帯の変位が解消される過程を図

10から図13に基づいて説明する。

図10は、流体噴流5により鋼帯先端部のバウンドが解消される過程を示している。ここでは、バウンド101aが大きく成長する前に本発明条件に従い流体噴射ノズル6から流体噴流5が鋼帯通板方向側（流体噴流5の鋼帯通板方向に対する角度 $\alpha: 0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ）に噴射されている。この状態でバウンド101aが成長すると流体噴流5と衝突し（図10の(i)参照）、流体噴流5によりバウンド101aの頂点近くの衝突点31aに略水平方向の衝突力が作用する。この衝突力は、パスライン長手方向成分（バウンド101aを鋼帯通板方向に押す成分）と、鉛直方向成分（バウンド101aをパスライン側に押す成分）として作用する。その結果、図10の(ii)に示すように、バウンド101aは鋼帯通板方向に押し出されるとともに、パスライン側（鉛直方向）に押し戻され、これにより図10の(iii)に示すようにバウンド101aが解消されて安定通板状態に至る。ここで、流体噴流5は熱延鋼帯5の上方を所定の高さで完全に通過するように流れているため、それよりも下方を通板している鋼帯部分には接することがなく、正常に通板している鋼帯部分をランナウトテーブル3のテーブルロール間に押し込むこともない。このため確実且つ効果的にバウンドを抑制・解消することが可能となる。

図11は、流体噴流5により鋼帯先端側部分のループが解消される過程を示している。ここでは、ループ103aが大きく成長する前に本発明条件に従い流体噴射ノズル6から流体噴流5が鋼帯通板方向側（流体噴流5の鋼帯通板方向に対する角度 $\alpha: 0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ）に噴射されている。この状態でループ103aが成長すると流体噴流5と衝突し（図11の(i)参照）、流体噴流5によりループ103aの頂点近くの衝突点31aに略水平方向の衝突力が作用する。この衝突力は、パスライン長手方向成分（ループ103aを鋼帯通板方向に押す成分）と、鉛直方向成分（ループ103aをパスライン側に押す成分）として作用する。その結果、図11の(ii)に示すように、ループ103aは鋼帯通板方向に押し出されるとともに、パスライン側（鉛直方向）に押し戻され、これにより図11の(iii)に示すようにループ103aが解消されて安定通板状態に至る。ここでも、流体噴流5は熱延鋼帯1の上方を所定の高さで完全に通過するように流れているため、それよりも下方を通板している鋼帯部分には接することがなく、正常に通板している鋼帯部分をランナウトテーブル3のテーブルロール間に押し込むこともない。このため確実且つ効果的にループを抑制・解消

することが可能となる。

図 1 2 は、流体噴流 5 により鋼帯尾端部のバウンドが解消される過程を示している。ここでは、バウンド 1 0 1 b が大きく成長する前に本発明条件に従い流体噴射ノズル 6 から流体噴流 5 が反鋼帯通板方向側（流体噴流 5 の反鋼帯通板方向に対する角度 $\alpha : 0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ）に噴射されている。この状態でバウンド 1 0 1 b が成長すると流体噴流 5 と衝突し（図 1 2 の（i）参照）、流体噴流 5 によりバウンド 1 0 1 b の頂点近くの衝突点 3 1 b に略水平方向の衝突力が作用する。この衝突力は、パスライン長手方向成分（バウンド 1 0 1 b を反鋼帯通板方向に押す成分）と、鉛直方向成分（バウンド 1 0 1 b をパスライン側に押す成分）として作用する。その結果、図 1 2 の（ii）に示すように、バウンド 1 0 1 b は反鋼帯通板方向に押し出されるとともに、パスライン側（鉛直方向）に押し戻され、これにより図 1 2 の（iii）に示すようにバウンド 1 0 1 b が解消されて安定通板状態に至る。ここでも、流体噴流 5 は熱延鋼帯 1 の上方を所定の高さで完全に通過するように流れているため、それよりも下方を通板している鋼帯部分には接することがなく、正常に通板している鋼帯部分をランナウトテーブル 3 のテーブルロール間に押し込むこともない。このため确实且つ効果的にバウンドを抑制・解消することが可能となる。

図 1 3 は、流体噴流 5 により鋼帯尾端側部分のループが解消される過程を示している。ここでは、ループ 1 0 3 b が大きく成長する前に本発明条件に従い流体噴射ノズル 6 から流体噴流 5 が反鋼帯通板方向側（流体噴流 5 の反鋼帯通板方向に対する角度 $\alpha : 0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ）に噴射されている。この状態でループ 1 0 3 b が成長すると流体噴流 5 と衝突し（図 1 3 の（i）参照）、流体噴流 5 によりループ 1 0 3 b の頂点近くの衝突点 3 1 b に略水平方向の衝突力が作用する。この衝突力は、パスライン長手方向成分（ループ 1 0 3 b を反鋼帯通板方向に押す成分）と、鉛直方向成分（ループ 1 0 3 b をパスライン側に押す成分）として作用する。その結果、図 1 3 の（ii）に示すように、ループ 1 0 3 b は反鋼帯通板方向に押し出されるとともに、パスライン側（鉛直方向）に押し戻され、これにより図 1 3 の（iii）に示すようにループ 1 0 3 b が解消されて安定通板状態に至る。ここでも、流体噴流 5 は熱延鋼帯 1 の上方を所定の高さで完全に通過するように流れているため、それよりも下方を通板している鋼帯部分には接することがなく、正常に通板している鋼帯部分をランナウトテーブル 3 のテーブルロール間に押し込むこともない。このため确实且つ効果的にループを抑

制・解消することが可能となる。

以下、本発明の特に好ましい実施形態について説明する。

本発明において、鋼帯の変位を特に効果的に矯正するには、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流5の中心線のパスラインからの高さ（図1、図3、図7に示す高さh）を50mm以上、450mm以下、好ましくは50mm以上、200mm未満とすることが望ましい。

また、同様の観点から、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流5の下記(1)式で定義されるライン方向推進力 F_L を10kgf以上、50kgfとすることが好ましい。

$$F_L = [\rho A (v \cos(\pi \times \alpha / 180) - u)^2] / 9.8 \quad \dots (1)$$

但し ρ : 流体噴流を構成する流体の密度 (kg/m³)

A : 流体噴射ノズルのノズル口断面積 (m²)

v : 流体噴流の速度 (m/sec)

u : 熱延鋼帯の通板速度 (m/sec)

α : 流体噴流の噴射方向の鋼帯通板方向に対する角度 (°)

なお、このライン方向推進力 F_L は、鋼帯通板方向側 ($0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$) に向けて噴射された流体噴流5がパスライン上方に変位した鋼帯部分に衝突した際に、流体噴流5によってその鋼帯部分に付与されるパスライン長手方向の推進力（衝突力）である。この推進力に起因する鉛直方向の力によってパスラインの上方に変位した鋼帯部分が鉛直方向（パスライン側）に押し戻されることになる。

上述したような本発明の好ましい条件は、本発明者らが行ったシミュレーション試験により明らかとなったものであり、以下、この試験結果について説明する。

本発明者らは、マルチボディダイナミクス (Multibody-Dynamics: 多体系の動力学) を用いて、熱延鋼帯のランナウトテーブル上での通板状況のシミュレーション試験を行った。このシミュレーションでは、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の中心線のパスラインからの高さ（以下、「流体噴流高さh」という）と、上記ライン方向推進力 F_L を種々変化させ、鋼帯の通板状況（鋼帯の変位の状況）を再現した。

シミュレーション条件は以下のとおりとした。

・ランナウトテーブルの設備仕様：

テーブルロールピッチ：420mm

テーブルロール径：375mm

- ・流体噴流の噴射形態：図 2 1 A に示すように、流体噴流が鋼帯上方を通過している領域が鋼帯長手方向で連続するように流体噴流を噴射
- ・鋼帯通板速度（仕上圧延機最終スタンドの圧延速度）：6 9 0 m / 分
- ・熱延鋼帯板幅：6 5 0 m m
- ・熱延鋼帯板厚：1 . 2 m m
- ・熱延鋼帯長：1 0 0 0 m m（先端 1 m の通板解析を想定）
- ・シミュレーション区間：最終スタンド通過後 3 5 m まで

まず、流体噴流高さ h ：5 0 m m から 5 0 0 m m の範囲において 5 0 m m 毎の各々の流体噴流高さ h について、ライン方向推進力 F_L を 1 0 k g f から 1 0 0 k g f の範囲で 1 0 k g f ピッチで変えた条件にてシミュレーションを行った。その結果、流体噴流高さ h があるレベル以上高くなると、流体噴流の作用が鋼帯先端部のバウンドに対してほとんど無効になること、また、流体噴流によるバウンドの抑制効果が得られるような流体噴流高さ h であっても、バウンドした鋼帯部分が流体噴流の下面に張り付いてしまう現象（以下「張り付き現象」という）が生じやすい流体噴流高さ h の範囲があることが判った。このような張り付き現象は、熱延鋼帯の先端折れなどのトラブルの原因になりやすく、また先端折れなどに至らないような場合でも、鋼帯先端部などの張り付きがコイラーの入側まで持ち越されると、鋼帯先端がコイラー入側のピンチロールにうまく噛み込まれないなどのトラブルの原因となる。

図 1 4 はその結果を示すもので、シミュレーションの結果を上記張り付き現象の頻度で整理して示したものである。なお、この張り付き頻度は、各シミュレーション区間において一度でも張り付き現象が生じた場合は、“張り付き有り”とカウントし、各流体噴流高さ h における全シミュレーション数に対する“張り付き有り”のシミュレーション数の割合（%）である。

図 1 4 によれば、まず、流体噴流高さ h が 5 0 0 m m では張り付きは全く生じていないが、これは鋼帯のバウンドは 5 0 0 m m 以上の高さには成長しないため、流体噴流高さ h を 5 0 0 m m 以上に設定してもその流体噴流にバウンドが衝突することはない、したがって、流体噴流はバウンドの抑制には無効であることを示している。

一方、流体噴流高さ h が 4 5 0 m m 以下では流体噴流にバウンドが衝突するようになるが、2 0 0 m m から 4 5 0 m m の範囲では張り付き現象が生じており、特に 3 0 0 m m から 4 5 0 m m の範囲での頻度が高い。これに対して、流体噴流高さ h が 2 0

0 mm未満 (50 mm以上) の範囲では張り付き現象は全く生じていない。これは、流体噴流高さ h が 200 mm 以上になると、バウンドがある程度成長した段階で流体噴流 5 と衝突し、バウンドに生じる揚力と推進力が釣り合った状態になるため張り付きが生じ易いのに対し、流体噴流高さが 200 mm 未満の場合には、バウンドがあまり成長しない段階、すなわち、バウンドに生じる揚力が小さい段階で流体噴流 5 と衝突するためであると考えられる。

以上の結果から、変位した鋼帯部分を流体噴流に確実に衝突させるためには、流体噴流高さ h は 450 mm 以下とすることが適当であること、また、鋼帯の流体噴流下面への張り付き現象を抑えるためには、流体噴流高さ h は 250 mm 以下、好ましくは 200 mm 未満とすることが適当であることが判った。なお、流体噴流高さ h があまり低すぎると、流体噴流がランナウトテーブル上を安定的に通板している鋼帯部分 (所定レベル以下で上方に変位している鋼帯部分を含む) に衝突したり、熱延鋼帯上に落下したりする危険性がある。この観点から流体噴流高さ h は 50 mm 以上とすることが適当である。

以上の理由から、パスライン上方への鋼帯の変位を適切に抑制して鋼帯を安定通板させるには、流体噴流高さ h は 50 mm 以上、450 mm 以下、好ましくは 50 mm 以上 200 mm 未満とすることが適当である。また、流体噴射ノズル 6 から流体噴流 5 を略水平に噴射する場合には、流体噴射ノズル 6 のノズル口中心のパスラインからの高さを 50 mm 以上、450 mm 以下、好ましくは 50 mm 以上 200 mm 未満とすることが適当である。

次に、流体噴流高さ h を一定とした条件で、ライン方向推進力 F_L が鋼帯の通板状況に及ぼす影響をシミュレーション試験により調べた。この試験では、図 14 の結果に基づき、流体噴流高さ h : 100 mm において、ライン方向推進力 F_L を 10 kgf から 90 kgf の範囲で変化させ、鋼帯先端のバタツキの程度 (先端高さ方向速度) を調べた。その結果を図 15 に、また、ライン方向推進力 F_L が 30 kgf、50 kgf、70 kgf の各場合の鋼帯先端の高さ方向速度変化のシミュレーション結果を図 16 から図 18 に示す。なお、図 15 に示される「先端高さ方向速度の分散」は下式で定義され、 $n = 2401$ (但し、図 16 から図 18 ではその一部のみを示している)、各データの時間間隔は 0.0125 秒である。

$$\text{分散 } \sigma^2 = \sum_{i=1} (v_i - v_o)^2 / n$$

但し i : データ番号

v_i : i 番目の鋼帯先端高さ方向速度

n : データ総数

v_o : 鋼帯先端高さ方向速度の平均値

$$v_o = \sum_{i=1}^n v_i / n \approx 0$$

図 15 によれば、ライン方向推進力 F_L が 50 kg 以下では鋼帯先端高さ方向速度の分散値は極めて低く、鋼帯先端にあまり大きなバタツキが生じていないことが判る (図 16 及び図 17 参照)。これに対してライン方向推進力 F_L が 50 kg f を超えると鋼帯先端高さ方向の分散値は急激に高まっており、鋼帯先端に非常に大きな大きなバタツキが生じていることが判る (図 18 参照)。これは、ライン方向推進力が 50 kg f を超えるような大きさになると、これに衝突した鋼帯先端部に大きな反動が生じ、これにより大きなバタツキを生じるためであると考えられる。このような大きなバタツキは先に述べた張り付きと同様、鋼帯の先端折れの原因となり易く、また先端折れに至らない場合でもコイラーへの適切な巻取りに支障をきたす原因となり易い。以上の結果から、ライン方向推進力 F_L は 50 kg 以下の範囲が適当であることが判った。なお、ライン方向推進力 F_L が 10 kg f 未満では変位した鋼帯部分を押え付ける作用が十分得られない。

したがって、パスライン上方への鋼帯の変位を適切に抑制して鋼帯を安定通板させるには、ライン方向推進力 F_L は 10 ~ 50 kg とすることが適当である。

そして、ライン方向推進力 F_L をこのような範囲とし、且つ流体噴流高さ h を上述した範囲とすることにより、鋼帯の変位を最も効果的に抑制し、熱延鋼帯の最適な安定通板状態を実現することができる。

本発明において、流体噴流 5 の噴射位置の形態、すなわち流体噴射ノズル 6 の配置形態は任意であり、鋼帯の変位が生じる可能性がある位置に、必要な数の流体噴射ノズルを設置し、流体噴流 5 の噴射を行えばよい。

したがって、例えば、熱延鋼帯 1 にバウンドやループの発生しやすい位置が明確である場合には、流体噴射ノズル 6 は 1 箇所だけ設けることもできる。

流体噴射ノズル 6 を複数箇所に配置する場合には、例えば、以下のような配置形態

を採ることができる。

- (A) ランナウトテーブル 3 の幅方向両側（ランナウトテーブル 3 の側端部近傍を含む両側位置）に、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル 6 を設けるとともに、ランナウトテーブル両側の流体噴射ノズル 6 をランナウトテーブル 3 を中心に対称に配置する。
- (B) ランナウトテーブル 3 の幅方向両側（ランナウトテーブルの側端部近傍を含む両側位置）に、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル 6 を設けるとともに、ランナウトテーブル両側の流体噴射ノズル 6 の配置間隔を互いに $1/2$ ピッチずらせ、ランナウトテーブル 3 を中心に非対称に配置する。
- (C) ランナウトテーブル 3 幅方向片側（ランナウトテーブルの側端部近傍を含む片側の位置）のみに、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル 6 を設ける。
- (D) ランナウトテーブル 3 上の鋼帯パスラインの上方位置に、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル 6 を設ける。

言うまでもなく、1つのランナウトテーブル 3 において、上記 (A) から (D) の配置形態を組み合わせてもよい。

図 1 9 A から図 1 9 D は、上記 (A) から (D) の各形態を示す平面図である。

図 1 9 A は上記 (A) の形態を示すもので、ランナウトテーブル 3（図示せず。以下同様）の幅方向両側に、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル 6 を設けるとともに、ランナウトテーブル両側の流体噴射ノズル 6 をランナウトテーブルを中心に対称に配置してある。そして、流体噴流 5 が熱延鋼帯 1 の全幅の上方を通過するよう、流体噴流 5 の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 α が設定される。流体噴射ノズル 6 を設けるランナウトテーブル幅方向両側位置は、ランナウトテーブル 3 の側端部近傍を含む側方であって、ランナウトテーブル面よりも高い位置であれば、いずれでもよい。

なお、このようにランナウトテーブル幅方向両側の流体噴射ノズル 6 をランナウトテーブル 3 を中心に対称に配置する場合には、両流体噴射ノズル 6 から噴射される流体噴流が交差して互いに干渉（衝突）しないようにする必要がある、このため両流体噴射ノズル 6 から噴射される流体噴流の高さや水平面に対する角度 β に差を設けるな

どの調整を行う。

図19Bは上記(B)の形態を示すもので、ランナウトテーブル3の幅方向両側に、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル6を設けるとともに、ランナウトテーブル両側の流体噴射ノズル6の配置間隔を互いに1/2ピッチずらせて、ランナウトテーブル3を中心に非対称に配置してある。そして、流体噴流5が熱延鋼帯1の全幅の上方を通過するよう、流体噴流5の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 α が設定される。流体噴射ノズル6を設けるランナウトテーブル幅方向の両側位置は、ランナウトテーブル3の側端部近傍を含む側方であって、ランナウトテーブル面よりも高い位置であれば、いずれでもよい。

この形態では、ランナウトテーブル単位長あたりの流体噴射ノズル6の設置個数を上記(A)の形態と同じにした場合には、流体噴射ノズル6のランナウトテーブル長手方向での配置間隔を1/2とすることができるので、熱延鋼帯1の上方を通過する流体噴流5の存在密度を高めることができる。

図19Cは上記(C)の形態を示すもので、ランナウトテーブル3の幅方向の片側のみに、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル6を配置してある。そして、流体噴流5が熱延鋼帯1の全幅の上方を通過するよう、流体噴流5の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 α が設定される。流体噴射ノズル6を設けるランナウトテーブル幅方向の片側位置は、ランナウトテーブル3の側端部近傍を含む側方であって、ランナウトテーブル面よりも高い位置であれば、いずれでもよい。

図19Dは上記(D)の形態を示すもので、ランナウトテーブル3上のパスライン上方位置に、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズル6を配置し、流体噴流5の噴射方向を略パスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）としたものである。この場合には、図5及び図6に示したように、流体噴流5の噴射方向にパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 α を付けて流体噴流5をランナウトテーブル3の側方に導くようにしてもよいし、各流体噴流5の噴射方向前方の熱延鋼帯上方位置に流体噴流5を回収するための回収手段15を設け、この回収手段15によって流体噴流5を回収するようにしてもよい。

また、ランナウトテーブル幅方向両側にランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて多数の流体噴射ノズル 6 を設け、それらを制御装置 8 によって適宜使い分けることにより、上記 (A) から (D) の形態を選択的に実施してもよい。

上記 (A) から (D) の形態において、流体噴流 5 の噴射方向がパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対して角度 α を有する場合、流体噴流 5 がパスライン上方に変位した鋼帯部分に衝突すると熱延鋼帯 1 には幅方向への推進力が作用し、この推進力は熱延鋼帯 1 に蛇行等の不安定な走行現象を生じさせる可能性がある。したがって、このような不安定な走行現象を生じさせないようにするには、ランナウトテーブル幅方向の片側からのみ流体噴流 5 を噴射する上記 (C) の形態よりも、ランナウトテーブル幅方向両側から流体噴流 5 を噴射する上記 (A)、(B) の形態や、パスラインの上方位置で略パスライン長手方向に沿って流体噴流 5 を噴射する上記 (D) の形態の方が好ましい形態であると言える。

また、ランナウトテーブル幅方向両側から流体噴流 5 を噴射する上記 (A)、(B) の形態において、流体噴流 5 の衝突により熱延鋼帯 1 に及ぼされる鋼帯幅方向への推進力による不安定な走行現象をより確実に抑制するには、図 20 に示すように、ランナウトテーブルを挟んで対向した位置（但し、ランナウトテーブルを中心として非対称の位置を含む）から噴射され、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流 5 の下記 (2) 式で定義される幅方向推進力 F_w が略等しくなるよう、流体噴流の噴射を行うことが好ましい。

$$F_w = [\rho A (v \sin (\pi \times \alpha / 180))^2] / 9.8 \quad \dots (2)$$

但し ρ : 流体噴流を構成する流体の密度 (kg/m^3)

A : 流体噴射ノズルのノズル口断面積 (m^2)

v : 流体噴流の速度 (m/sec)

α : 流体噴流の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 ($^\circ$)

これにより、ランナウトテーブル幅方向両側から噴射された流体噴流 5 がパスライン上方に変位した鋼帯部分に衝突した際に、この衝突によって鋼帯幅方向に作用する推進力が均衡するため、熱延鋼帯 1 の不安定走行をより確実に防止することができる。

なお、図 20 は上記 (A) の形態（図 19 A の形態）を例に説明したが、上記 (B) の形態（図 19 B の形態）のようにランナウトテーブルを中心として非対称に対向し

た位置から噴射される流体噴流 5 どうしについても同様である。

ランナウトテーブル上のパスラインから鋼帯部分が上方に変位する現象(バウンド、ループなど)は、ランナウトテーブル長手方向のどこで発生するかわからない。このためいずれの箇所で鋼帯部分の変位が生じてもこれに対応できるようにするため、流体噴流 5 が鋼帯上方を通過している領域が鋼帯長手方向で連続していることが好ましい。すなわち、図 2 1 A に示すように、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいた複数箇所で流体噴流 5 の噴射を行うとともに(例えば、図 1 9 A から図 1 9 D 参照)、熱延鋼帯 1 の全幅の上方を通過する流体噴流 5 の軌跡を熱延鋼帯面上に平面投影した仮想の噴流通過線 x のうち、パスライン長手方向で隣接する噴流通過線 x 、 x の端部どうし(すなわち、 x_1 と x_2 の端部どうし、 x_2 と x_3 の端部どうし...)を、パスライン長手方向位置で一致させるか(すなわち、端部どうしが重なる)若しくは重複させるようにすることが好ましい。この実施形態では噴流通過線 x_2 と x_3 の端部どうしが、 y で示す長さ分だけ重複している。設備的には、ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて配置された複数の流体噴流ノズル 6 の配置間隔と流体噴射方向を、上記が実現できるように設定する。上記のように流体噴流 5 を熱延鋼帯 1 の上方に噴射することにより、ランナウトテーブル長手方向のどの箇所で鋼帯部分の変位が生じても、この変位した鋼帯部分に流体噴流 5 が確実に衝突することができる。なお、図 2 1 A は上記 (C) の形態を例に説明したが、(A)、(B)、(D) などの他の形態の場合も同様である。

ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいた複数箇所で流体噴流の噴射を行う場合、流体噴射の噴射位置の間隔(流体噴射ノズルの設置間隔)は特に制限はない。上記図 2 1 A に示すような形態を満足するためには、通常 5 m から 15 m、好ましくは 5 m から 12 m 程度とすることが適当である。

また、図 2 1 B は、熱延鋼帯 1 の全幅の上方を通過する流体噴流 5 の軌跡を熱延鋼帯面上に平面投影した仮想の噴流通過線 x のうち、パスライン長手方向で隣接する噴流通過線 x 、 x の端部どうし(すなわち、 x_1 と x_2 の端部どうし、 x_2 と x_3 の端部どうし...)をパスライン長手方向位置で一致若しくは重複させないようにした実施形態である。この場合には、噴流通過線 x 、 x の端部どうしの間隔 z を 5 m 以下とすることが好ましい。これは、一般に、バウンドなどの鋼帯部分の変位は、流体噴流 5 との衝突により一旦矯正(解消)された後、5 m 以上通板した後に再び発生すること

が多いためである。

本発明において、鋼帯通板方向側に向けて流体噴流 5 を噴射する場合、すなわち、流体噴流 5 を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射する場合には、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流 5 のパスライン長手方向速度成分を、熱延鋼帯 1 の通板速度よりも大きくすることが好ましい。特に、熱延鋼帯 1 の先端側部分の上方を通過中の流体噴流 5 のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯 1 の通板速度よりも大きくすることが有効である。すなわち、図 2 2 に示すように、熱延鋼帯 1 の通板速度を V_{SF} (ベクトル)、流体噴流 5 の流速を V_{FF} (ベクトル) とすると、流体噴流 5 の流速 V_{FF} のパスライン長手方向 (鋼帯通板方向) 成分 V_{FF1} の絶対値が、熱延鋼帯 1 の通板速度 V_{SF} の絶対値より大きくなるようにする。これによって、図 2 3 に示すようにパスラインから上方に変位した鋼帯部分 1 0 0 (鋼帯先端部のバウンド) が流体噴流 5 に衝突 (図中、3 1 a が衝突点) した際に、鋼帯部分 1 0 0 には鋼帯通板方向への推進力 F_{FH} (ベクトル) と、鉛直下方への押付け力 F_{FV} (ベクトル) が作用する。また、鋼帯部分 1 0 0 がループの場合も同様である。そして、鋼帯部分 1 0 0 にこのような作用力が加わることにより、先に図 1 0 及び図 1 1 で説明したような過程でバウンドやループが解消される。

一方、本発明において、熱延鋼帯 1 の尾端側部分の上方に流体噴流 5 を噴射する場合、すなわち、流体噴流 5 を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射する場合であって、熱延鋼帯 1 の尾端側部分の上方に流体噴流 5 を噴射する場合には、熱延鋼帯 1 の尾端側部分の上方を通過中の流体噴流 5 のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯 1 の通板速度よりも小さくすることが好ましい。すなわち、図 2 4 に示すように、鋼帯尾端部がランナウトテーブル上を通過している時の熱延鋼帯 1 の通板速度を V_{SR} (ベクトル)、流体噴流 5 の流速を V_{FR} (ベクトル) とすると、流体噴流 5 の流速 V_{FR} のパスライン長手方向 (鋼帯通板方向) 成分 V_{FR1} の絶対値が、熱延鋼帯 1 の通板速度 V_{SR} の絶対値より小さくなるようにする。これによって、図 2 5 に示すようにパスラインから上方に変位した鋼帯部分 1 0 0 (鋼帯尾端部のバウンド) が流体噴流 5 に衝突 (図中、3 1 b が衝突点) した際に、鋼帯部分 1 0 0 には鋼帯通板方向とは逆方向の抵抗力 F_{RH} (ベクトル) と、鉛直下方への押付け力 F_{RV} (ベクトル) が作用することになる。また、鋼帯部分がループの場合も同様である。

図 2 6 は、上記のような流体噴流 5 により鋼帯尾端部のバウンドが解消される過程

を示している。ここでは、バウンド101bが大きく成長する前に本発明条件に従い流体噴射ノズル6から流体噴流5が鋼帯通板方向側（流体噴流5の鋼板通板方向に対する角度 α ： $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ）に噴射されている。この状態でバウンド101bが大きく成長すると流体噴流5と衝突し（図26の（i）参照）、流体噴流5によりバウンド101bの頂点近くの衝突点31bに略水平方向の衝突力が作用する。この衝突力は、パスライン長手方向成分（バウンド101bを反鋼帯通板方向に押す成分）と、鉛直方向成分（バウンド101bをパスライン側に押す成分）として作用する。その結果、図26の（ii）に示すように、バウンド101bは熱延鋼帯通板方向に移動しつつ、反鋼帯通板方向に押し出され、その先端ピーク位置は下降する。これによりバウンド101bの成長は抑制され、最終的には図26の（iii）に示すように解消し、安定通板状態に至る。ここで、流体噴流5は熱延鋼帯1の上方を所定の高さで完全に通過するように流れているため、それよりも下方を通板している鋼帯部分には接することがなく、正常に通板している鋼帯部分をランナウトテーブル3のテーブルロール間に押し込むこともない。このため確実且つ効果的にバウンドを抑制・解消することが可能となる。

図27は、上記のような流体噴流5により鋼帯尾端側部分のループが解消される過程を示している。ここでは、ループ103bが大きく成長する前に本発明条件に従い流体噴射ノズル6から流体噴流5が鋼帯通板方向側（流体噴流5の鋼帯通板方向に対する角度 α ： $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ）に噴射されている。この状態でループ103bが成長すると流体噴流5と衝突し、図27の（i）に示すように、流体噴流5によりループ103bの頂点近くの衝突点31bに略水平方向の衝突力が作用する。この衝突力は、パスライン長手方向成分（ループ103bを反鋼帯通板方向に押す成分）と、鉛直方向成分（ループ103bをパスライン側に押す成分）として作用する。その結果、図27の（ii）に示すように、ループ103bは鋼帯通板方向に移動しつつ、反鋼帯通板方向に押し出され、そのループ頂点は下降する。これによりループ103bの成長は抑制され、最終的には図27の（iii）に示すように解消し、安定通板状態に至る。ここで、流体噴流5は熱延鋼帯1の上方を所定の高さで完全に通過するように流れているため、それよりも下方を通板している鋼帯部分には接することがなく、正常に通板している鋼帯部分をランナウトテーブル3のテーブルロール間に押し込むこともない。このため確実且つ効果的にループを抑制・解消することが可能となる。

以上述べた点からして、本発明法を実施するに当たっては、熱延鋼帯 1 の先端側部分の上方を通過中の流体噴流 5 のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯 1 の通板速度よりも大きくし、熱延鋼帯 1 の尾端側部分の上方を通過中の流体噴流 5 のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯 1 の通板速度よりも小さくすることが好ましい。

上記のような流体噴流 5 のパスライン方向速度成分 V_{FF1} 及び V_{FR1} の調整は、例えば、図 8 に示す流量調整弁 12 の開度を変更して噴流速度 V_{FF} 及び V_{FR} を調整することによって行うことができる。また、角度調整機構 14 で流体噴流 5 の噴射角度 α を変更することによっても調整可能である。

本発明法により流体噴流 5 を熱延鋼帯 1 の上方に噴射するタイミングや期間に特別な制限はないが、先に述べたように熱延鋼帯 1 が無張力の状態でランナウトテーブル上を通板している期間は、常にバウンドやループなどの非定常的な鋼帯の変位が生じるおそれがある。したがって、熱延鋼帯 1 が無張力でランナウトテーブル上を通板している期間、換言すれば、熱延鋼帯の先端部と尾端部がランナウトテーブル上を通過している期間は流体噴流 5 の噴射を行うことが好ましい。

また、流体噴流 5 の噴射のタイミングは、熱延鋼帯 1 の先端部又は尾端部の通過に合わせて、仕上圧延機最終スタンド 2 に一番近い噴射位置（流体噴射ノズル 6）から順次流体噴流 5 の噴射を行ってもよいが、流体供給量に問題なければ、全ての噴射位置からを同時に流体噴流 5 を噴射するのが最も簡便で、且つ効果の面からも確実である。

一方、流体供給量に制限がある場合や、例えばバウンドの抑制・解消のみを目的とする場合には、熱延鋼帯 1 の先端部又は尾端部の通過に合わせて仕上圧延機最終スタンド 2 に一番近い噴射位置から順次流体噴流 5 の噴射を行い、且つその通過直後に流体噴流 5 の噴射を順次停止させるようにしてもよい。

流体噴流 5 はできるだけ遠距離まで拡散せずに同一の断面形状のまま到達することが望ましい。この点から流体噴流 5 のノズル先端の流速は 30 m/sec 以上とすることが好ましい。ここで、一般的な熱延ラインにおける鋼帯通板速度は 10 m/sec 程度であるので、この流体噴流 5 の流速は、鋼帯通板速度の約 3 倍以上ということになる。

ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯には冷却水が供給され、熱延鋼帯 1 の冷却が行われるが、上方から供給される冷却水により、流体噴流 5 の流速が弱めら

れる可能性がある。これを防止するために、前記冷却水から流体噴流を遮蔽するための遮蔽体を流体噴流 5 の上方に配することが好ましい。

この遮蔽体としては、例えば、(a) 流体噴流 5 の上方に配置される遮蔽部材、(b) 流体噴流 5 の上方を流体噴流 5 と略平行に流れる遮蔽用流体噴流、により構成することができる。後者の場合、遮蔽用流体噴流を流体噴流 5 の上方に略平行に噴射するための遮蔽用流体噴射ノズルが用いられる。

図 28 および図 29 は、上記 (b) の場合の一実施形態を示すもので、図 28 は側面図、図 29 は平面図である。

図において、20 はランナウトテーブル 3 の上方から通板中の熱延鋼帯 1 に冷却水 21 を供給するラミナヘッドである。流体噴射ノズル 6 の上方には、流体噴流 5 をラミナヘッド 20 から供給される冷却水 21 から遮蔽するために、流体噴流 5 の直上に遮蔽用流体噴流 18 を略平行に噴射するための第 2 の流体噴射ノズル 17 が設けられている。

流体噴射ノズル 6 から噴射される流体噴流 5 の直上に、前記第 2 の流体噴射ノズル 17 から遮蔽用流体噴流 18 を噴射することによって、ラミナヘッド 20 から噴射される冷却水 21 は遮蔽用流体噴流 18 に遮られるため、直接的に流体噴流 5 に衝突することはない。したがって、流体噴流 5 の流速が減衰することが防止される。

なお、遮蔽用流体噴流 18 は、流体噴流 5 の上方で複数本を多段に噴射したり、或いは流体噴流 5 の噴流幅に合わせて複数本を並列的に噴射してもよい。

また、流体噴流 5 とその直上の遮蔽用流体噴流 18 は噴流としては略同じものであるから、遮蔽用流体噴流 11 を本発明条件に従って噴射することにより、流体噴流 5 と同様に通板安定化にも寄与させることができる。

図 30 および図 31 は、上記 (a) の場合の一実施形態を示すもので、図 30 は側面図、図 31 は平面図である。

図において、流体噴射ノズル 6 から噴射される流体噴流 5 をラミナヘッド 20 から供給される冷却水 21 から遮蔽するために、流体噴流 5 の直上に遮蔽板 19 が設置されている。このような遮蔽板 19 を設置することによって、ラミナヘッド 20 から噴射される冷却水 21 は遮蔽板 19 に遮られるため、直接的に流体噴流 5 に衝突することはない。このため流体噴流 5 の流速が減衰することが防止される。

また、遮蔽板 19 を水平方向に可動式とし、流体噴流 5 を使用しない板厚が比較的

厚い熱延鋼帯を製造する場合には、遮蔽板 19 をランナウトテーブル 3 の上側から移動させるようにしてもよい。

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、ランナウトテーブル上で鋼帯にバウンドやループなど非定常的な変位が生じるのは、特に板厚 2.0 mm 以下の薄物の熱延鋼帯において顕著であり、したがって、本発明はそのような薄物の熱延鋼帯の製造に特に好適なものである。

産業上の利用可能性

本発明は、熱間圧延ラインにおいて熱延鋼帯を製造するための製造方法及び製造設備である。本発明によれば、ランナウトテーブル上で熱延鋼帯を安定走行させ、鋼帯のパスライン上方への過剰な変位やこれに起因した先端折れ、尾端折れなどの発生を防止することができる。

請求の範囲

1. 熱間圧延機で圧延して得られた熱延鋼帯をランナウトテーブルで搬送した後、コイラーに巻き取る熱延鋼帯の製造方法において、

前記ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯の上方に、流体噴流をパスライン（但し、ランナウトテーブルの鋼帯搬送面）上を通板する熱延鋼帯面と接することなく熱延鋼帯の上方を通過するように噴射し、前記パスラインから所定レベルを超えて上方に変位した鋼帯部分を前記流体噴流に衝突させ、当該鋼帯部分の変位を矯正することを特徴とする熱延鋼帯の製造方法。

2. 熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の中心線のパスラインからの高さを50mm以上、450mm以下とすることを特徴とする請求の範囲1に記載の熱延鋼帯の製造方法。

3. 熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の中心線のパスラインからの高さを50mm以上、200mm未満とすることを特徴とする請求の範囲1に記載の熱延鋼帯の製造方法。

4. 熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の下記(1)式で定義されるライン方向推進力 F_L が10kgf以上、50kgf以下であることを特徴とする請求の範囲1から3のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

$$F_L = [\rho A (v \cos(\pi \times \alpha / 180) - u)^2] / 9.8 \quad \dots (1)$$

但し ρ : 流体噴流を構成する流体の密度 (kg/m³)

A : 流体噴射ノズルのノズル口断面積 (m²)

v : 流体噴流の速度 (m/sec)

u : 熱延鋼帯の通板速度 (m/sec)

α : 流体噴流の噴射方向の鋼帯通板方向に対する角度 (°)

5. 流体噴流を、鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することを特徴とする請求の範囲1～4のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

6. 熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向速度成分を、熱延鋼帯の通板速度よりも大きくすることを特徴とする請求の範囲 5 に記載の熱延鋼帯の製造方法。

7. 熱延鋼帯の先端側部分の上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯の通板速度よりも大きくし、熱延鋼帯の尾端側部分の上方を通過中の流体噴流のパスライン長手方向速度成分を熱延鋼帯の通板速度よりも小さくすることを特徴とする請求の範囲 5 に記載の熱延鋼帯の製造方法。

8. 流体噴流を、反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することを特徴とする請求の範囲 1 から 4 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

9. 熱延鋼帯の先端側部分に対しては、流体噴流を鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射し、熱延鋼帯の尾端側部分に対しては、流体噴流を反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ となるように噴射することを特徴とする請求の範囲 1 から 4 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

10. ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいた複数箇所で流体噴流の噴射を行うことを特徴とする請求の範囲 1 から 9 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

11. ランナウトテーブル長手方向における流体噴流の噴射位置の間隔が 5 ～ 15 m であることを特徴とする請求の範囲 10 に記載の熱延鋼帯の製造方法。

12. 流体噴流の噴射方向の鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向に対する角度 α を $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ とすることにより、流体噴流を熱延鋼帯全幅の上方を通過させることを特徴とする請求の範囲 1 から 11 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

13. ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいた複数箇所で流体噴流の噴射を行うとともに、熱延鋼帯全幅の上方を通過する流体噴流の軌跡を熱延鋼帯面上に平面投影した仮想の噴流通過線 x のうち、パスライン長手方向で隣接する噴流通過線 x 、 x の端部どうしを、パスライン長手方向位置で一致させるか若しくは重複させることを特徴とする請求の範囲 12 に記載の熱延鋼帯の製造方法。

14. ランナウトテーブル幅方向両側から流体噴流の噴射を行うとともに、ランナウトテーブルを挟んで対向した位置（但し、ランナウトテーブルを中心として非対称の位置を含む）から噴射され、熱延鋼帯上方を通過中の流体噴流の下記(2)式で定義される幅方向推進力 F_w が略等しくなるよう、流体噴流の噴射を行うことを特徴とする請求の範囲 1～13 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

$$F_w = [\rho A (v \sin(\pi \times \alpha / 180))^2] / 9.8 \quad \dots (2)$$

但し ρ : 流体噴流を構成する流体の密度 (kg/m^3)

A : 流体噴射ノズルのノズル口断面積 (m^2)

v : 流体噴流の速度 (m/sec)

α : 流体噴流の噴射方向のパスライン長手方向（鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向）に対する角度 ($^\circ$)

15. 流体噴流を、熱延鋼帯の上方をパスライン長手方向に沿って通過させるとともに、該流体噴流の噴射方向前方の熱延鋼帯上方位置で流体噴流を回収することを特徴とする請求の範囲 1 から 14 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

16. 流体噴流の噴射方向が水平面に対して上方側又は下方側に傾きを有し、該流体噴流の噴射方向の水平面に対する傾き角 β が 10° 以下であることを特徴とする請求の範囲 1 から 15 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

17. ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯に対して上方から冷却水を供給して熱延鋼帯の冷却を行う熱延鋼帯の製造方法であって、

前記冷却水から流体噴流を遮蔽するための遮蔽体を、前記流体噴流の上方に配することを特徴とする請求の範囲 1 から 16 のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造方法。

18. 遮蔽体が、流体噴流の上方に配置される遮蔽部材であることを特徴とする請求の範囲17に記載の熱延鋼帯の製造方法。

19. 遮蔽体が、流体噴流の上方を該流体噴流と略平行に流れる遮蔽用流体噴流であることを特徴とする請求の範囲17に記載の熱延鋼帯の製造方法。

20. 熱間圧延機群と、該熱間圧延機群の出側に設けられる熱延鋼帯搬送用のランナウトテーブルと、該ランナウトテーブルで搬送された熱延鋼帯を巻き取るコイラーとを備えた熱延鋼帯の製造設備において、

流体噴流を、前記ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯の上方に、パスライン（但し、ランナウトテーブルの鋼帯搬送面）上を通板する熱延鋼帯面と接することなく熱延鋼帯の上方を通過するように噴射することができる流体噴射ノズルを、ランナウトテーブルの側方又は上方に備え、且つ該流体噴射ノズルのノズル口中心のパスラインからの高さを50mm以上、450mm以下としたことを特徴とする熱延鋼帯の製造設備。

21. 流体噴射ノズルのノズル口中心のパスラインからの高さを50mm以上、200mm未満としたことを特徴とする請求の範囲20に記載の熱延鋼帯の製造設備。

22. 流体噴射ノズルの流体噴射方向の鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ であることを特徴とする請求の範囲20又は21に記載の熱延鋼帯の製造設備。

23. 流体噴射ノズルの流体噴射方向の反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ であることを特徴とする請求の範囲20又は21に記載の熱延鋼帯の製造設備。

24. 流体噴射方向の鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ である流体噴射ノズルと、流体噴射方向の反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ である流体噴射ノズルを備えること特徴とする請求の範囲20又は21に記載の熱延鋼

帯の製造設備。

25. ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴射ノズルを設けることを特徴とする請求の範囲20から24のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造設備。

26. ランナウトテーブル長手方向における流体噴射ノズルの設置間隔が5～15mであることを特徴とする請求の範囲25に記載の熱延鋼帯の製造設備。

27. 流体噴射ノズルの流体噴射方向の鋼帯通板方向又は反鋼帯通板方向に対する角度 α が $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ であり、流体噴射ノズルから噴射される流体噴流が熱延鋼帯全幅の上方を通過するようにしたことを特徴とする請求の範囲20から25のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造設備。

28. ランナウトテーブル長手方向に沿って適宜間隔をおいて複数の流体噴流ノズルを設けるとともに、該複数の流体噴流ノズルの間隔と流体噴射方向を、各流体噴流ノズルから噴射されて熱延鋼帯全幅の上方を通過する流体噴流の軌跡を熱延鋼帯面上に平面投影した仮想の噴流通過線 x のうち、パスライン長手方向で隣接する噴流通過線 x 、 x の端部どうしが、パスライン長手方向位置で一致するか若しくは重複するように、設定することを特徴とする請求の範囲27に記載の熱延鋼帯の製造設備。

29. 流体噴射ノズルを、噴射された流体噴流が熱延鋼帯の上方をパスライン長手方向に沿って通過するよう、パスラインの上方に設けるとともに、前記流体噴流の噴射方向前方のパスライン上方位置に、流体噴流を回収するための回収手段を設けたことを特徴とする請求の範囲20から26のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造設備。

30. 流体噴流ノズルの流体噴射方向が水平面に対して上方側又は下方側に傾きを有し、該流体噴射方向の水平面に対する傾き角 β が 10° 以下であることを特徴とする請求の範囲20から29のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造設備。

31. ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯に対して上方から冷却水を供給する冷却装置を有する熱延鋼帯の製造設備であって、

流体噴射ノズルから噴射された流体噴流を前記冷却水から遮蔽するための遮蔽部材を、ランナウトテーブル上方に設けたことを特徴とする請求の範囲20から30のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造設備。

32. ランナウトテーブルにより搬送される熱延鋼帯に対して上方から冷却水を供給する冷却装置を有する熱延鋼帯の製造設備であって、

流体噴射ノズルから噴射された流体噴流を前記冷却水から遮蔽するための遮蔽用流体噴流を、前記流体噴流の上方に略平行に噴射するための遮蔽用流体噴射ノズルを有することを特徴とする請求の範囲20から30のいずれかに記載の熱延鋼帯の製造設備。

1/23

Fig.1

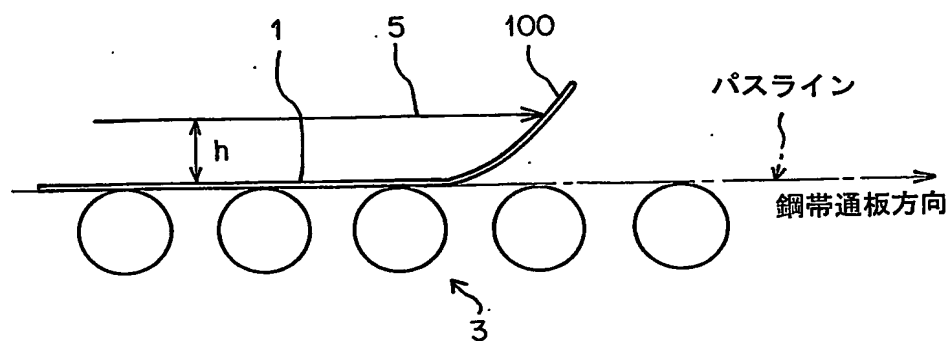


Fig.2

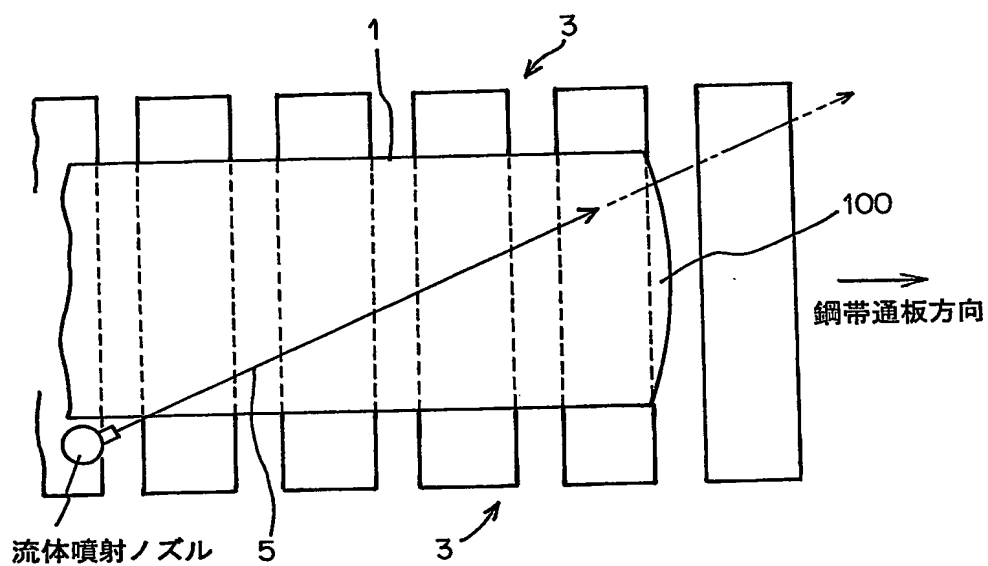
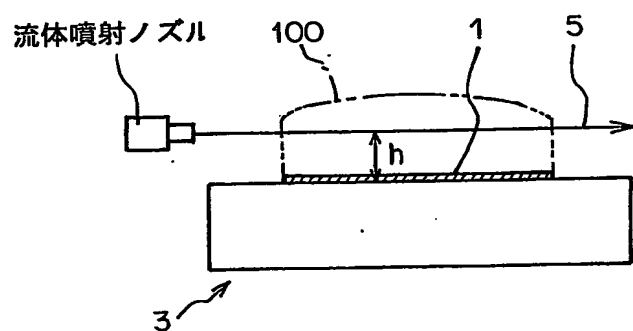


Fig.3



2/23

Fig.4A

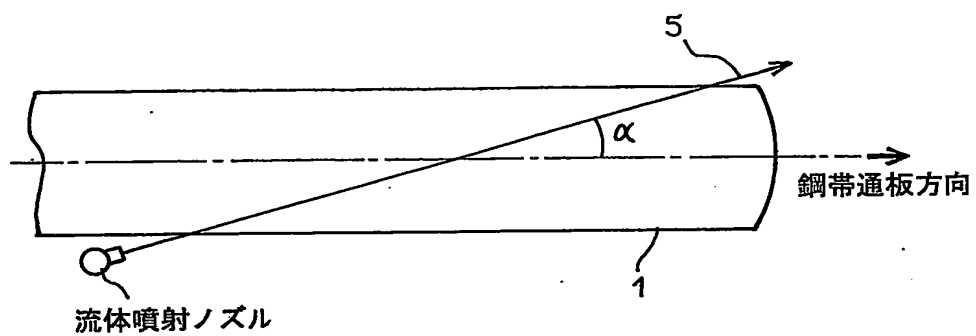


Fig.4B

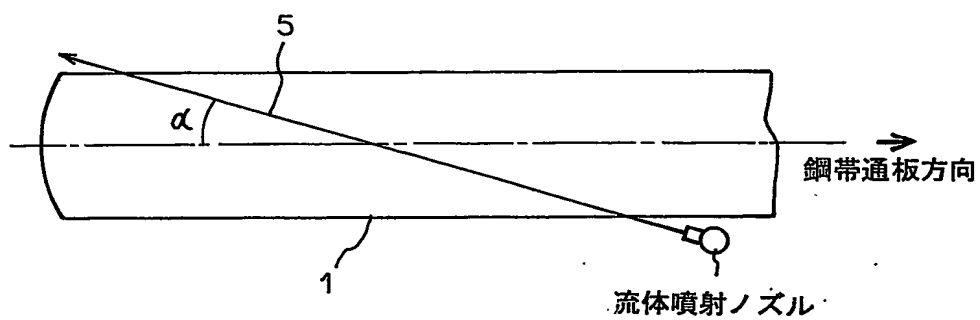
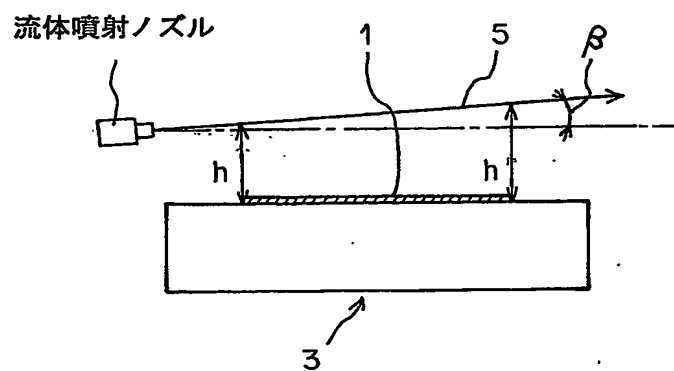


Fig.7



3/23

Fig.5

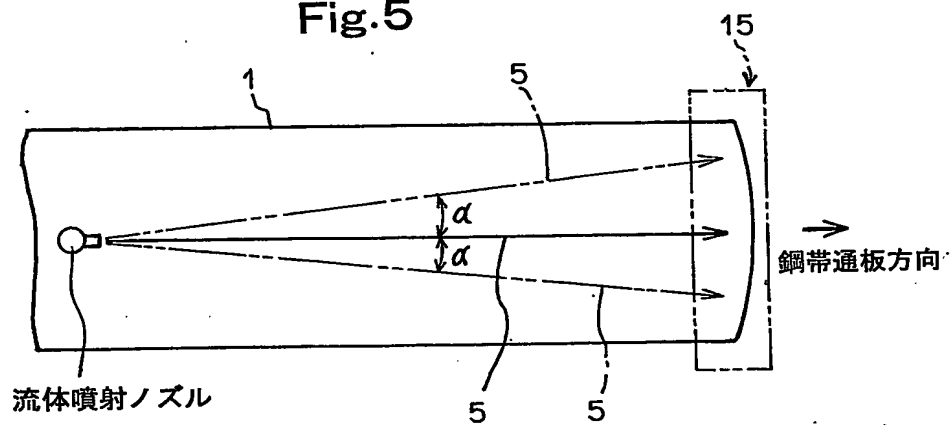
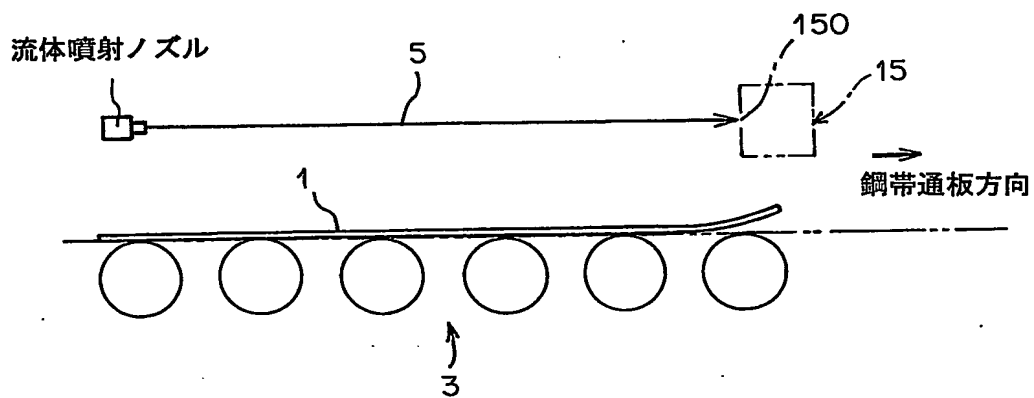


Fig.6



4/23

Fig.8

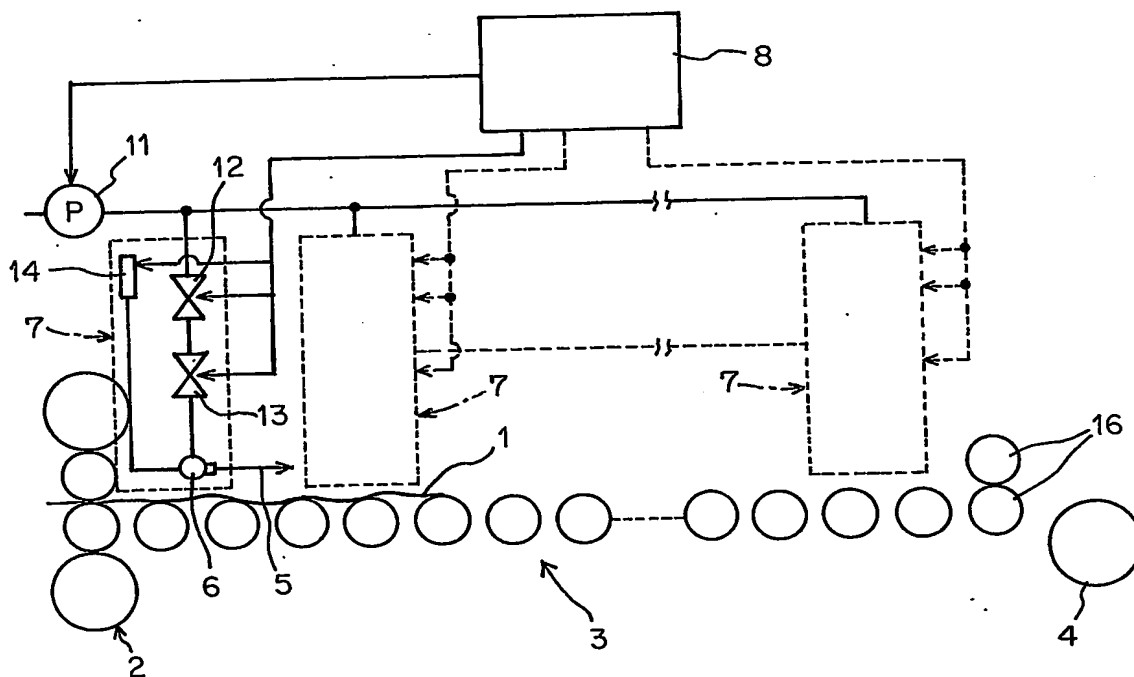
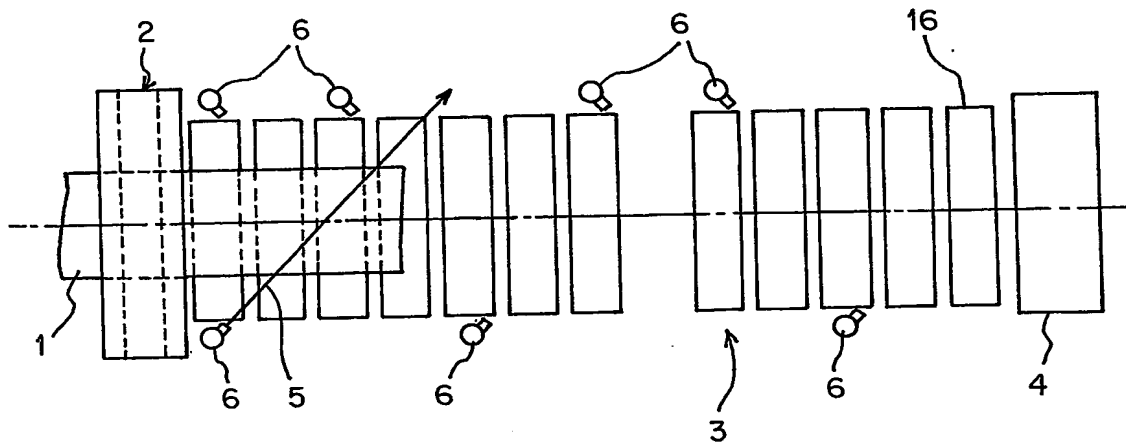


Fig.9



5/23

Fig.10

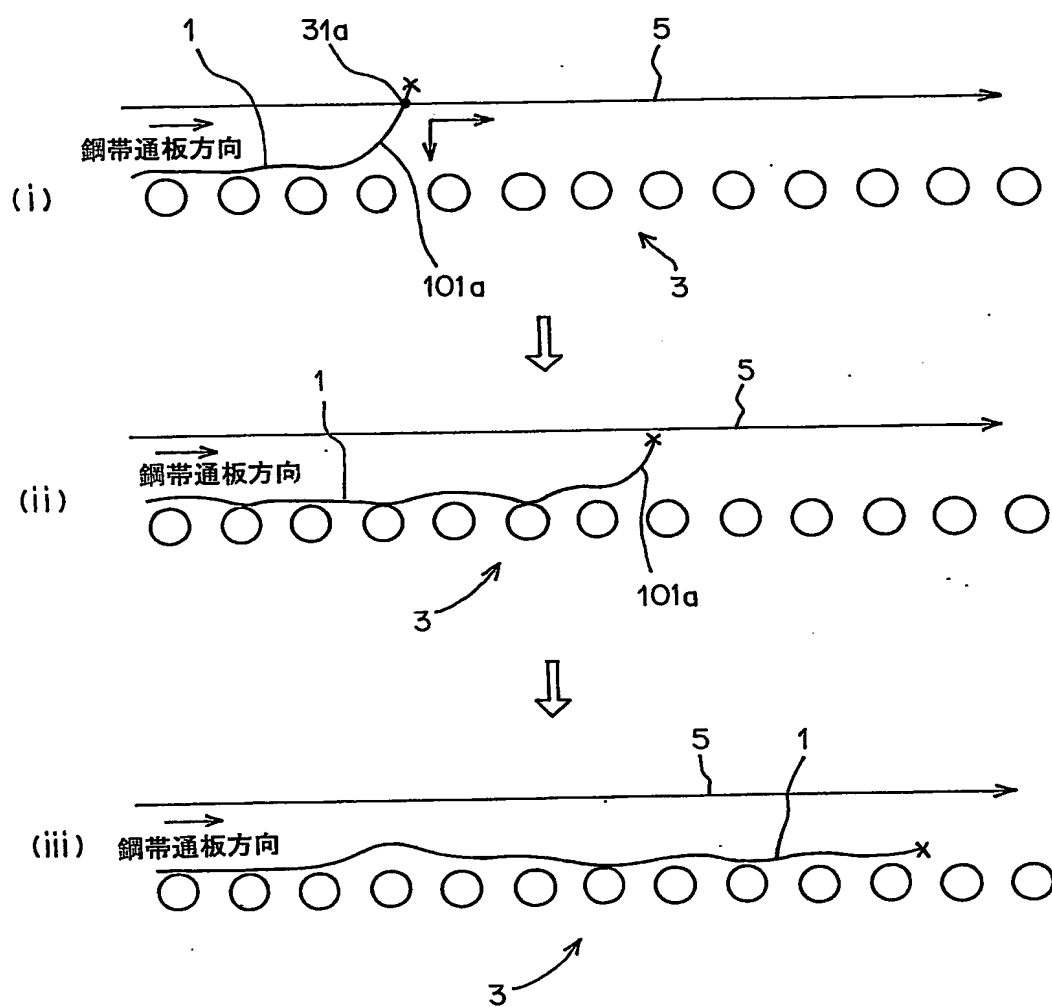
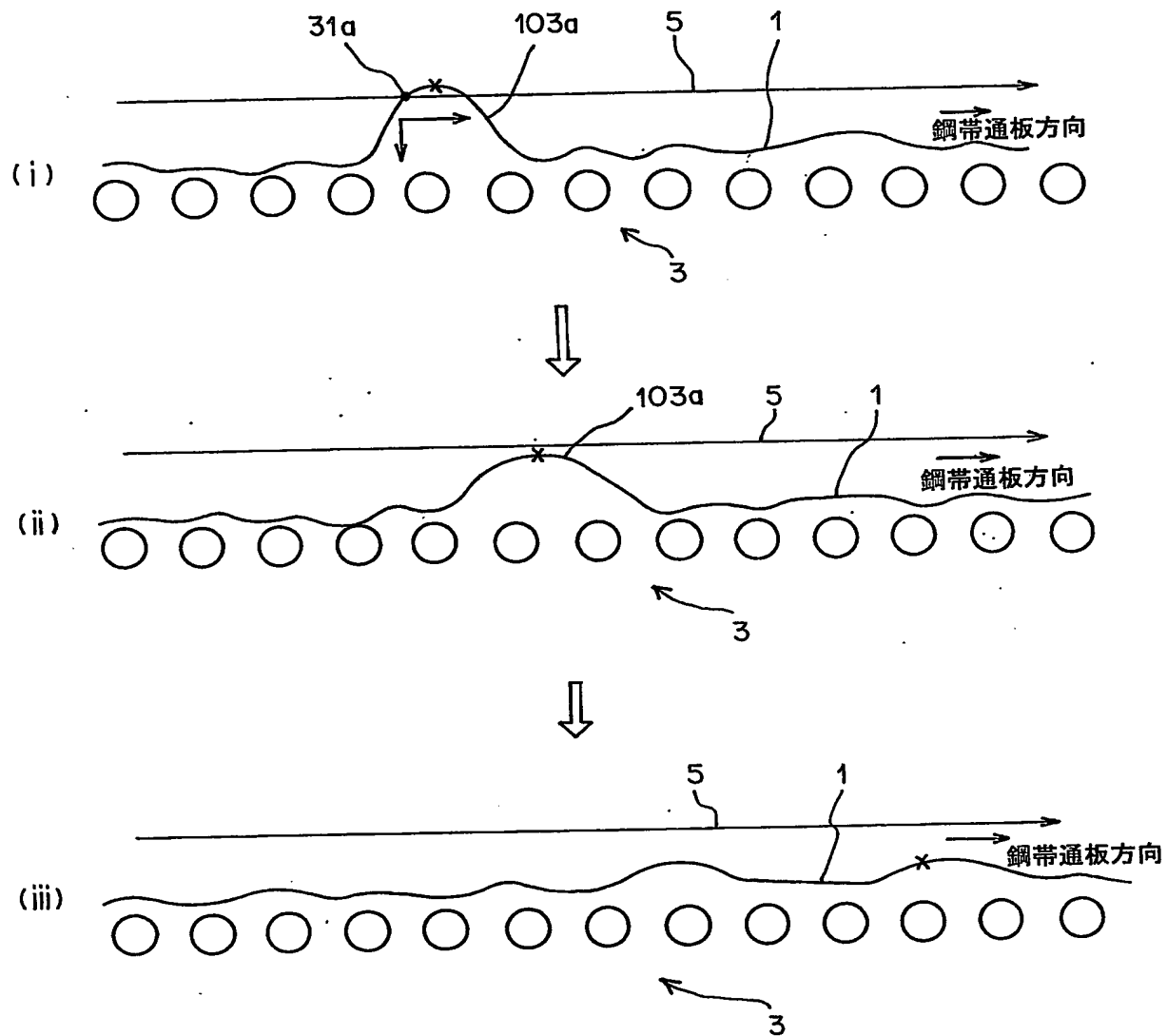
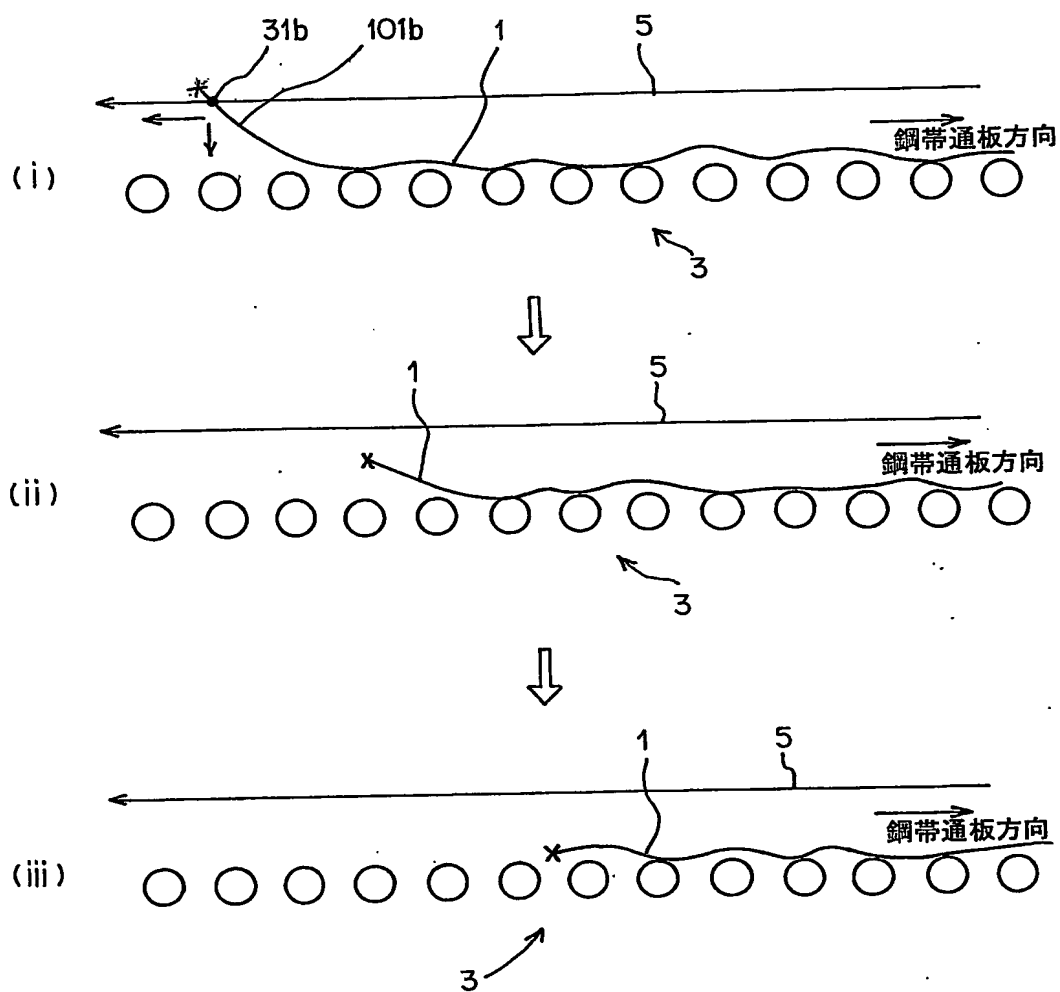


Fig.11



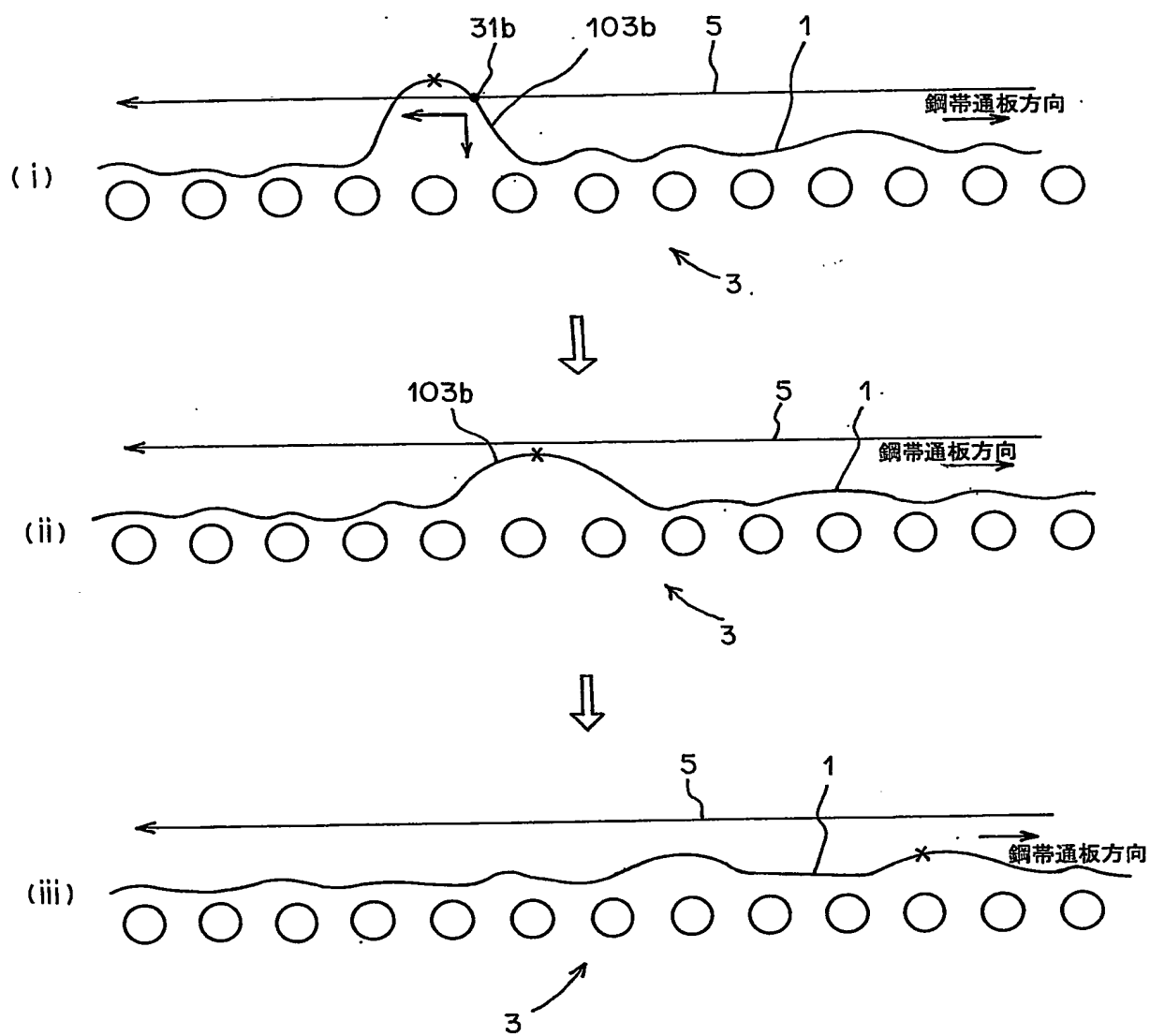
7/23

Fig.12



8/23

Fig.13



9/23

Fig.14

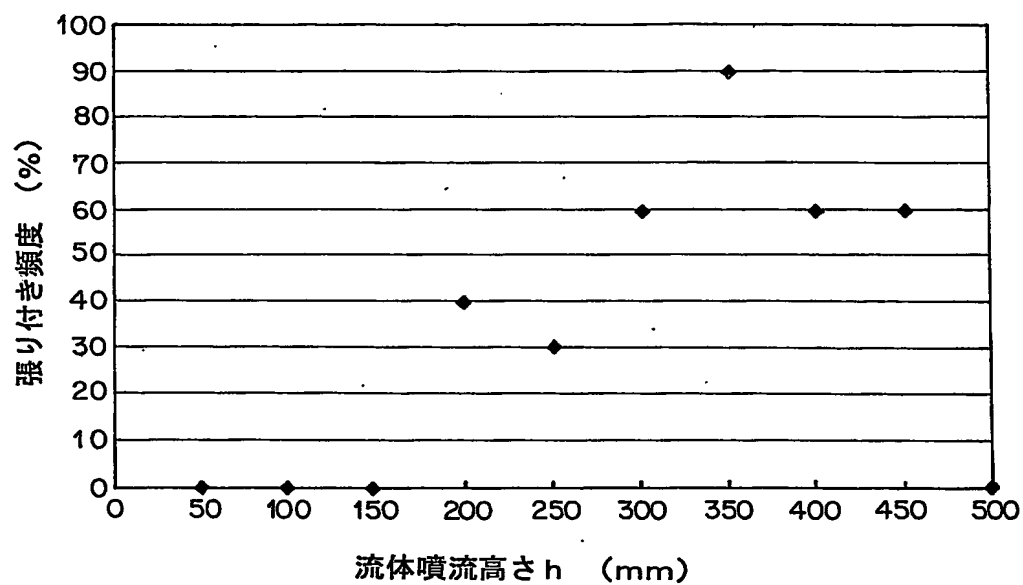
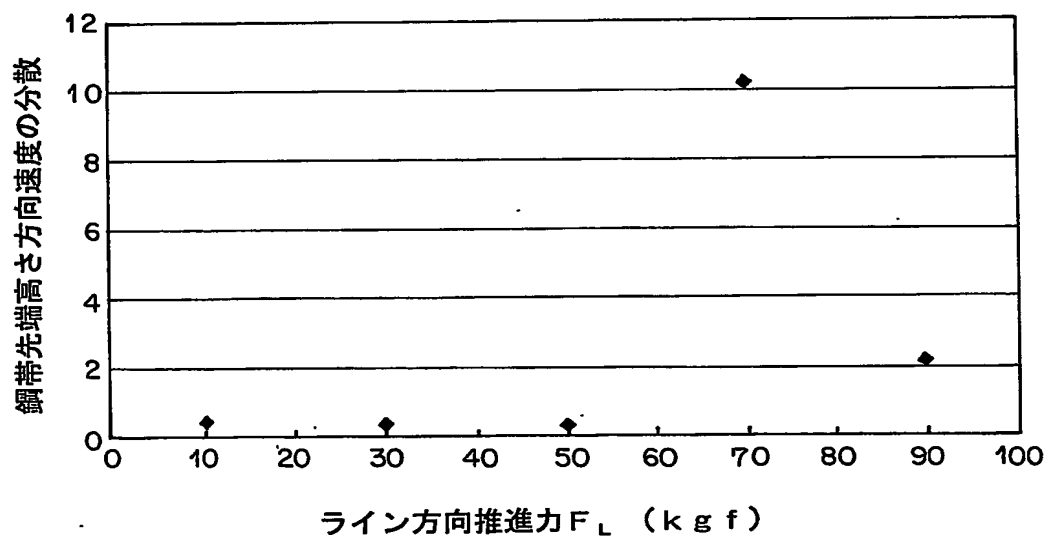
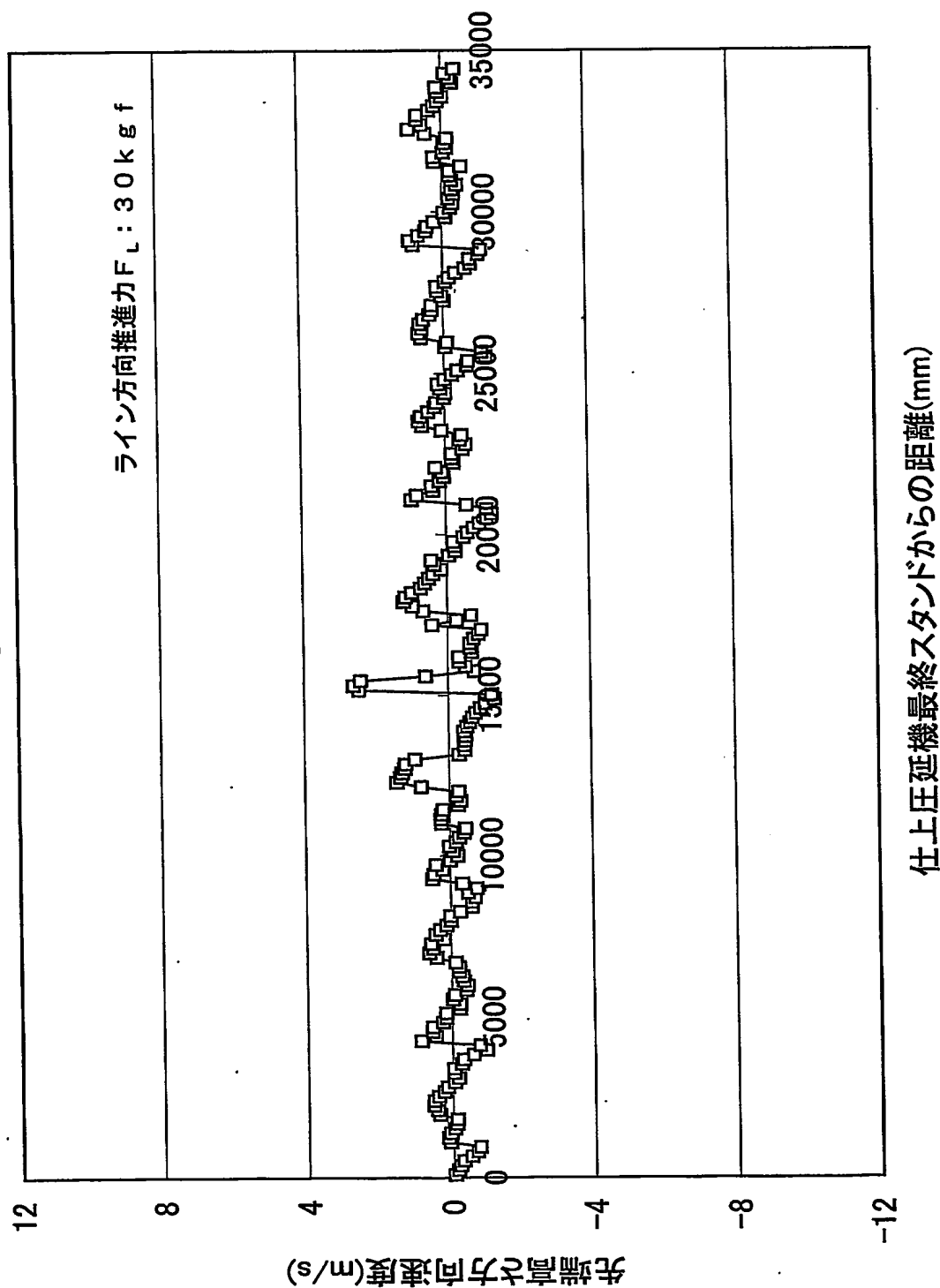


Fig.15



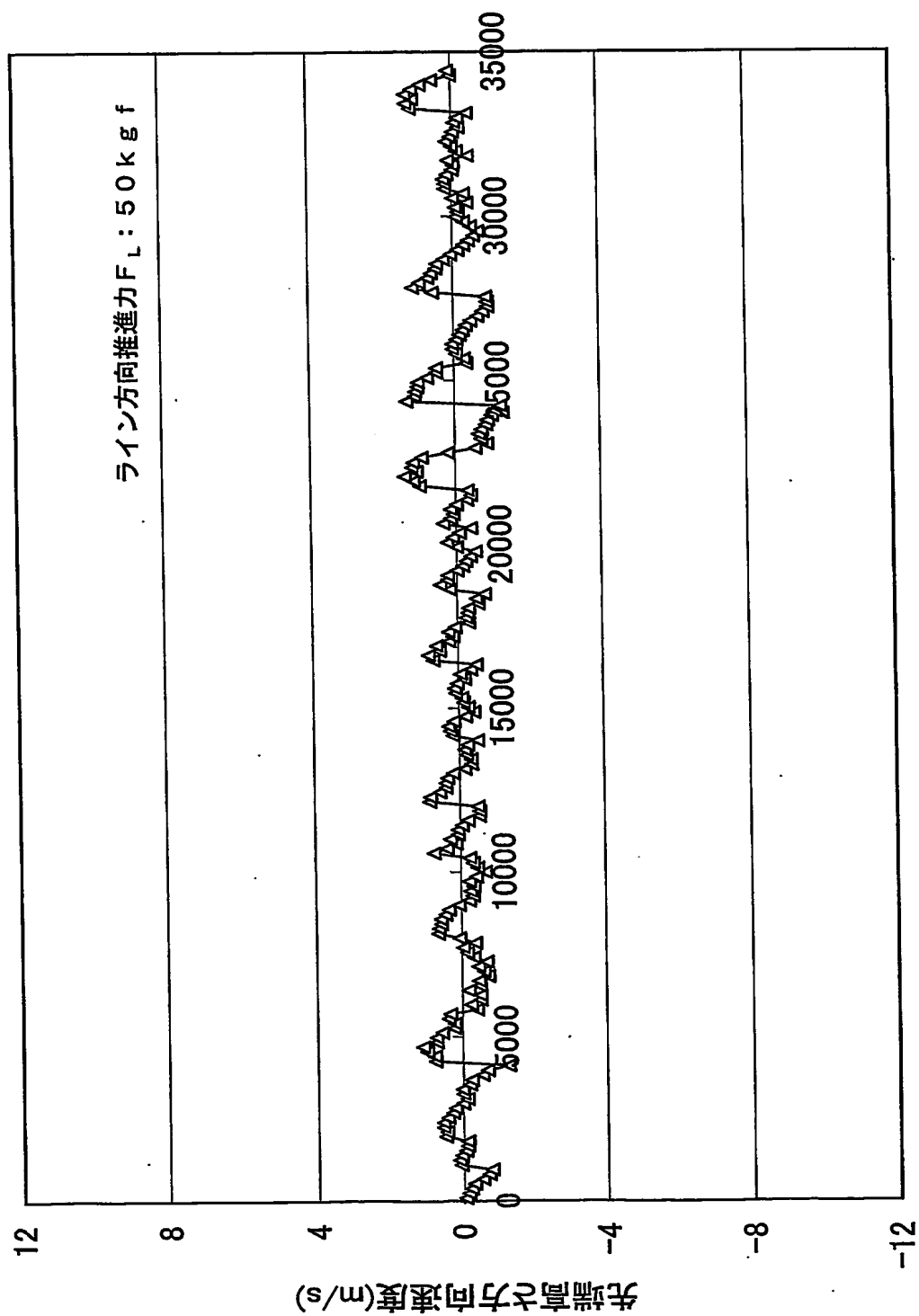
10/23

Fig.16



11/23

Fig.17



12/23

Fig.18

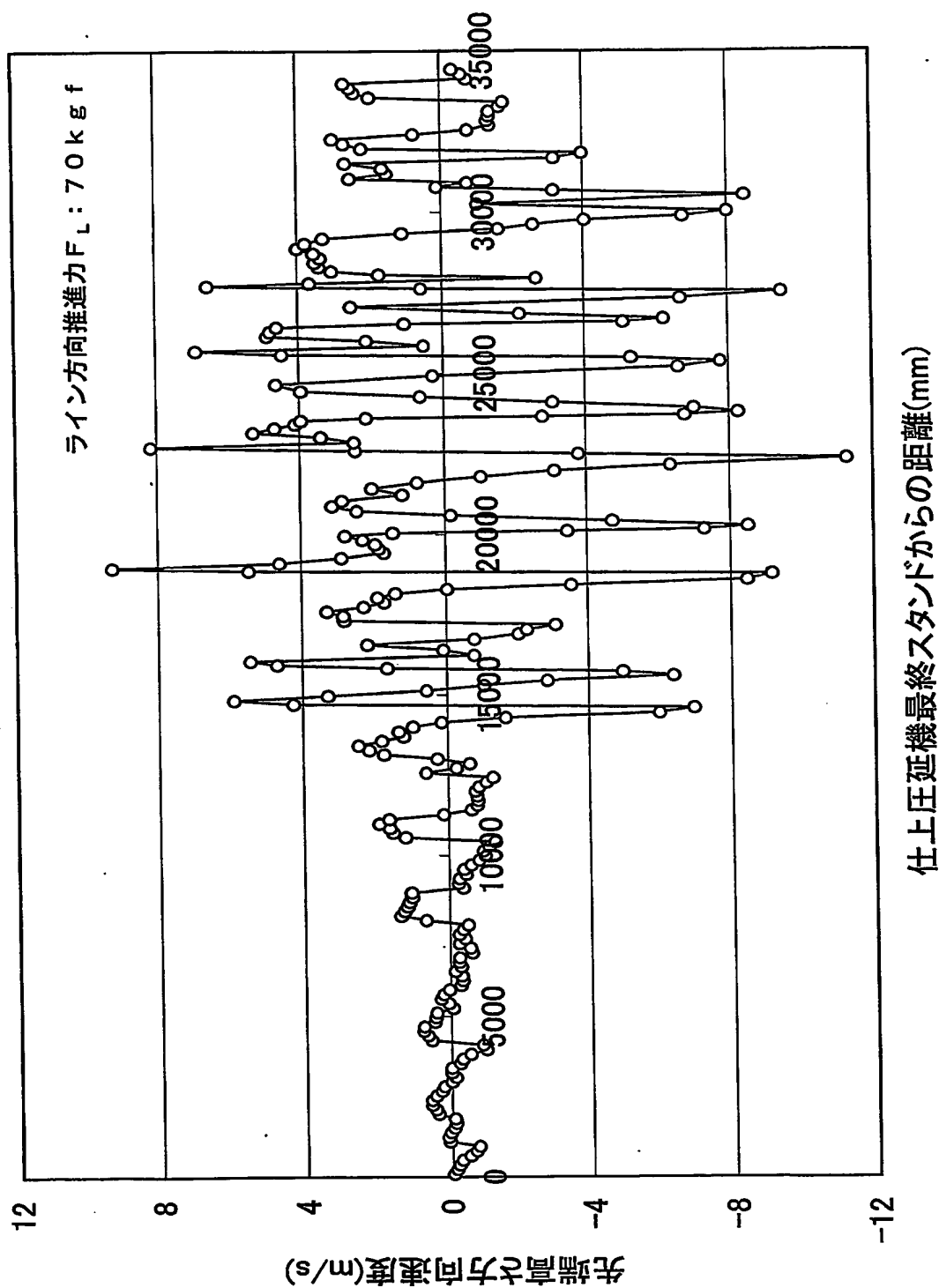


Fig.19A

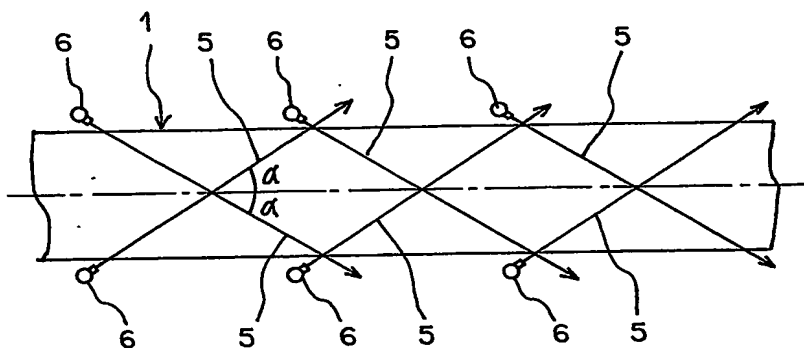


Fig.19B

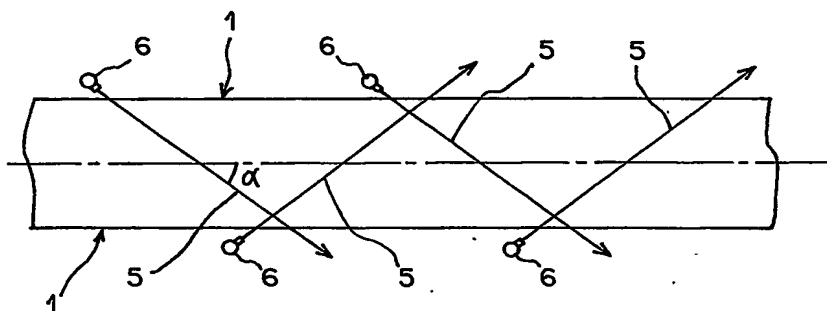


Fig.19C

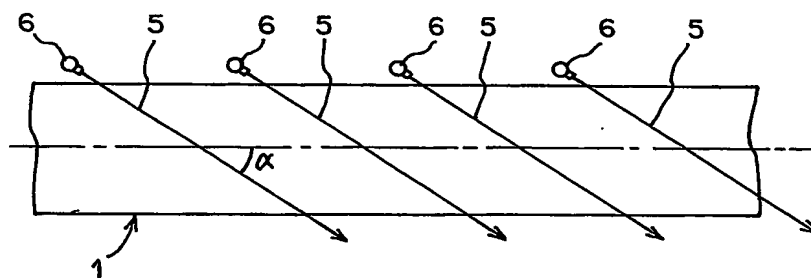
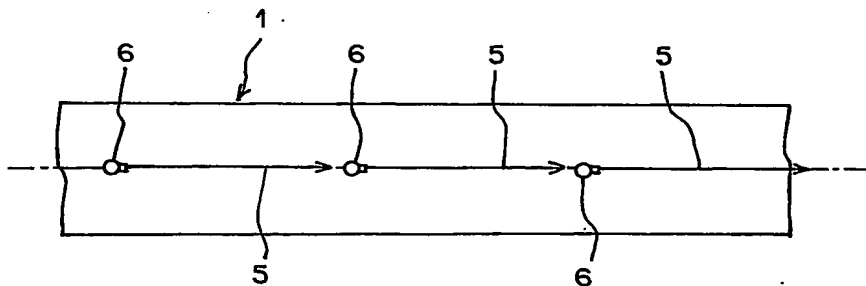


Fig.19D



14/23

Fig.20

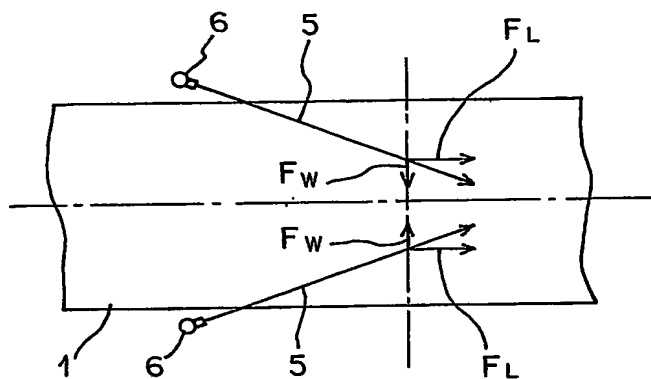


Fig.21A

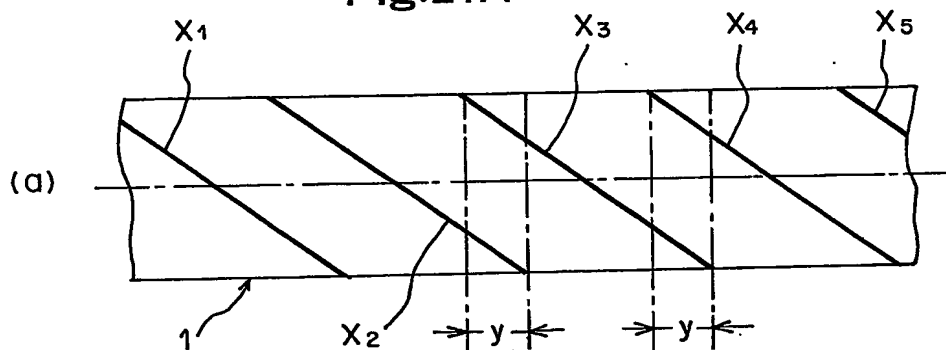
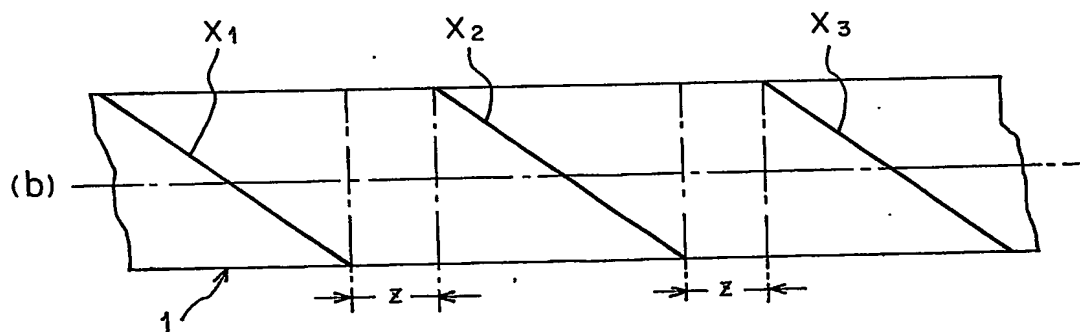


Fig.21B



15/23

Fig.22

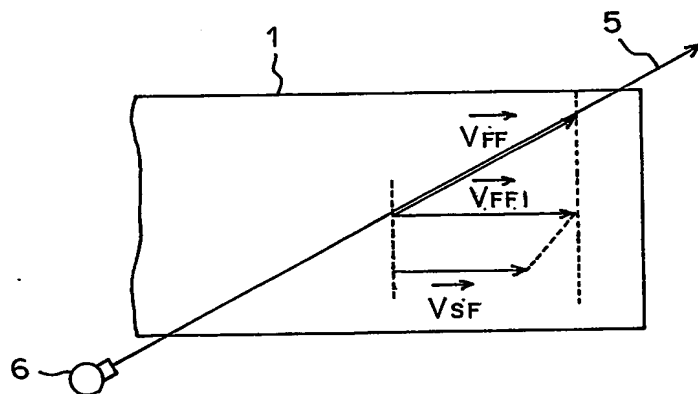
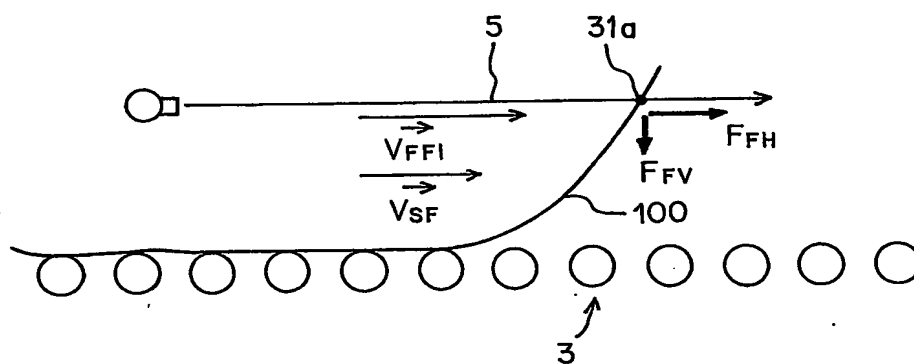


Fig.23



16/23

Fig.24

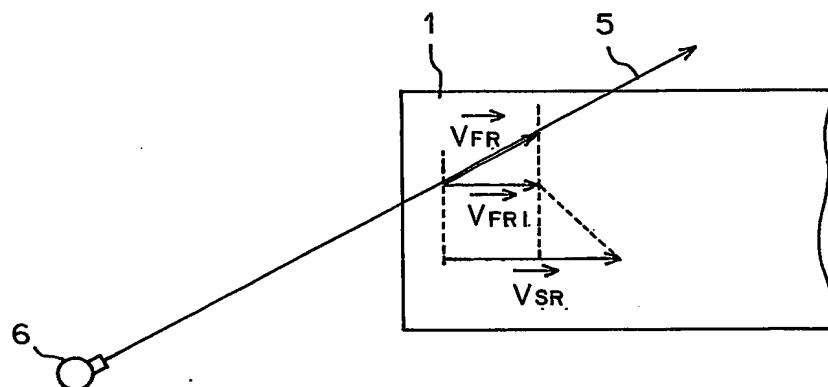


Fig.25

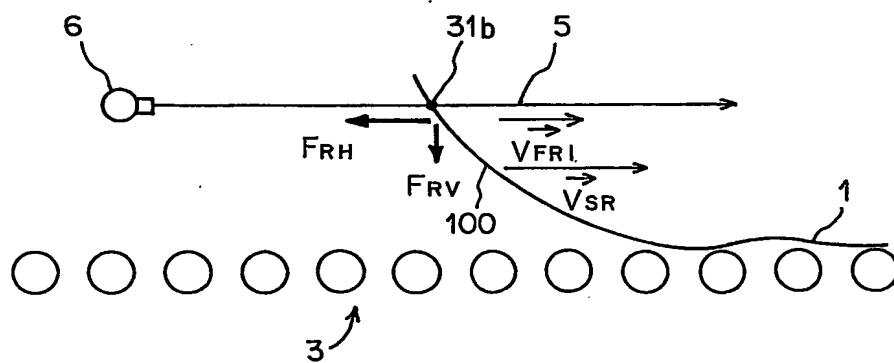


Fig.26

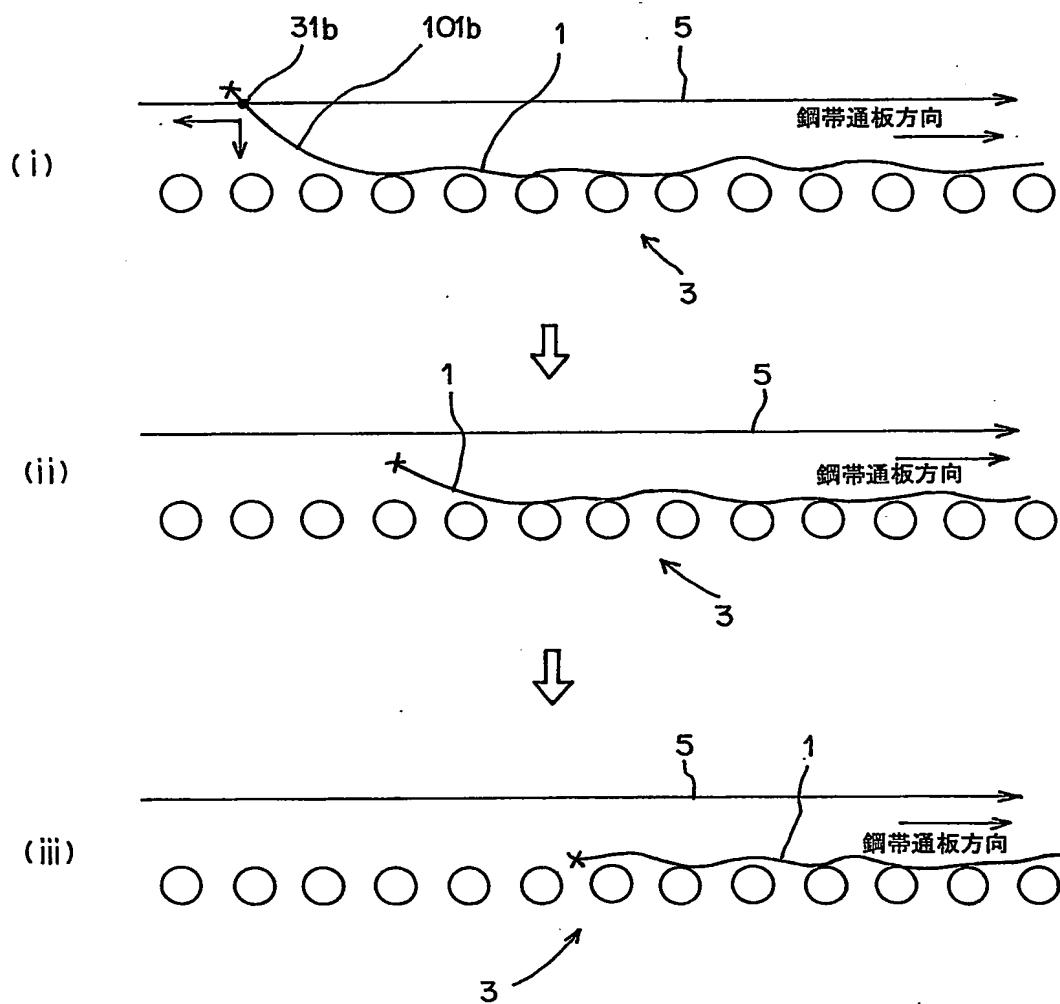
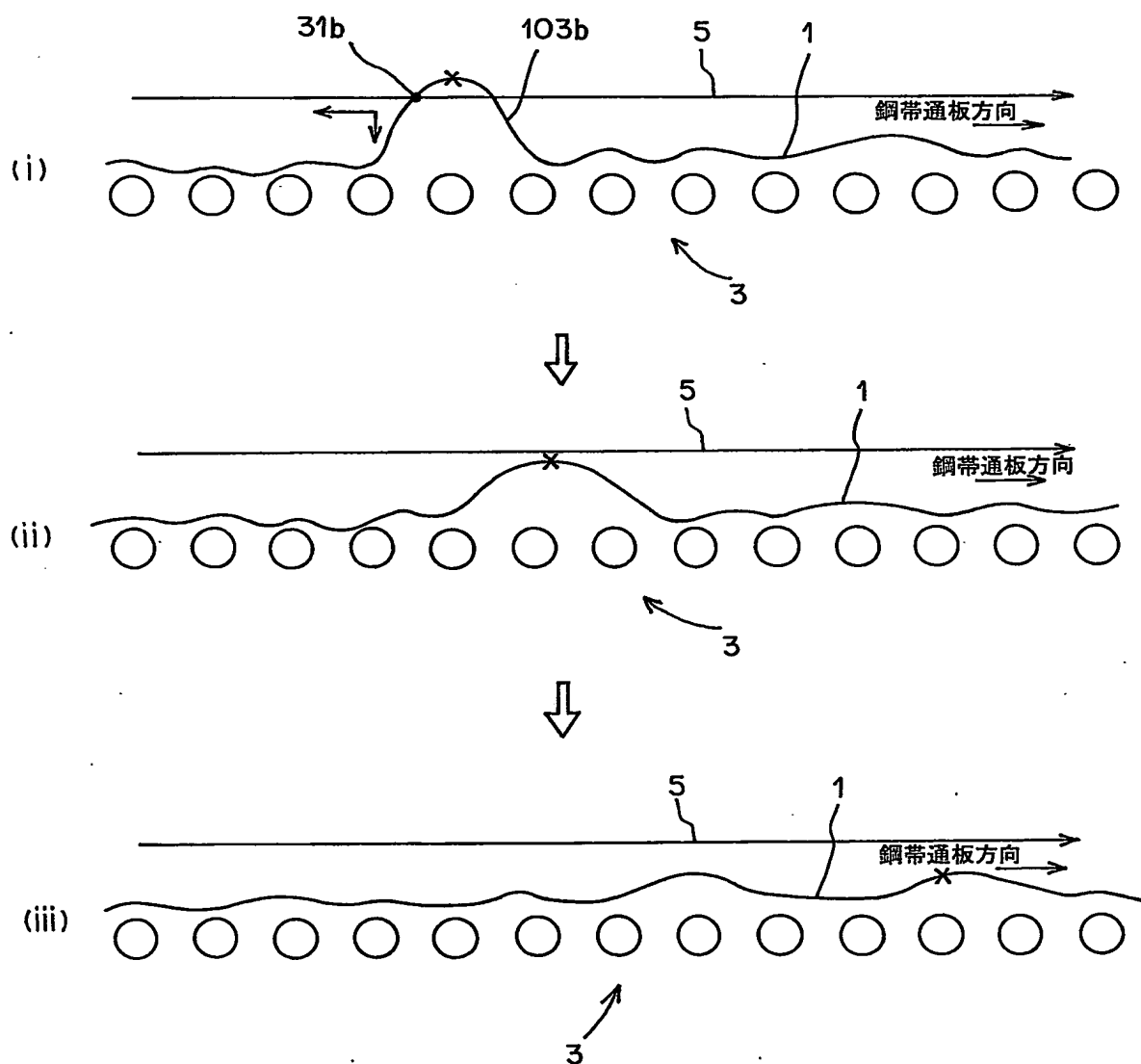


Fig.27



19/23

Fig.28

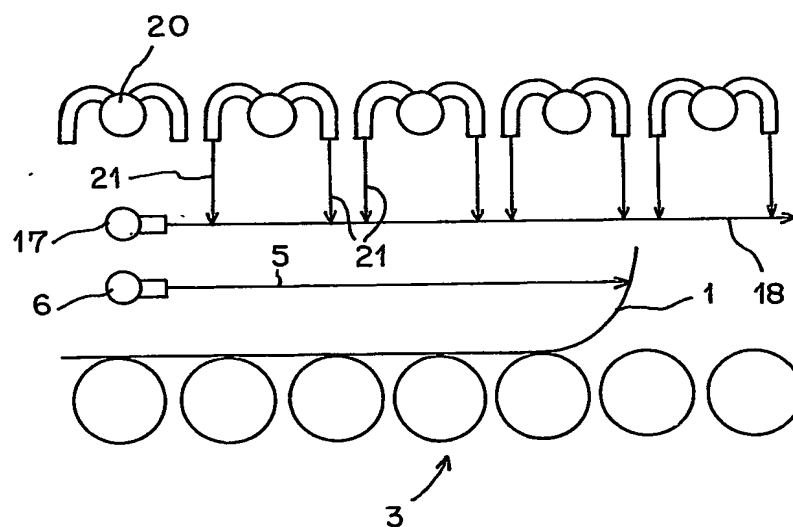


Fig.29

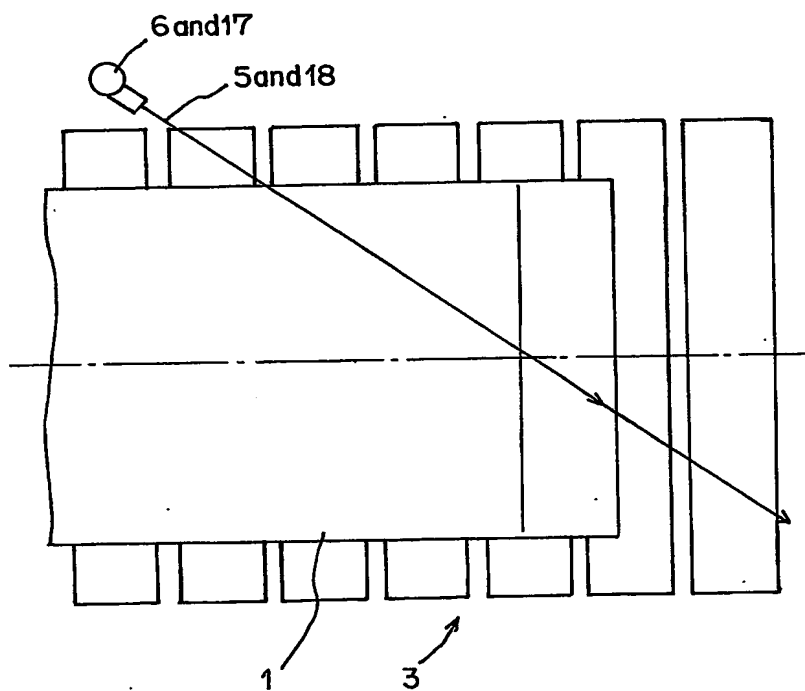


Fig.30

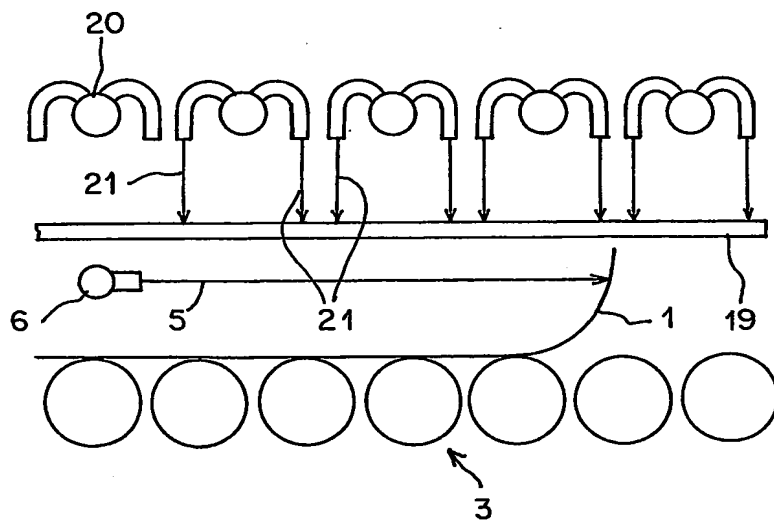
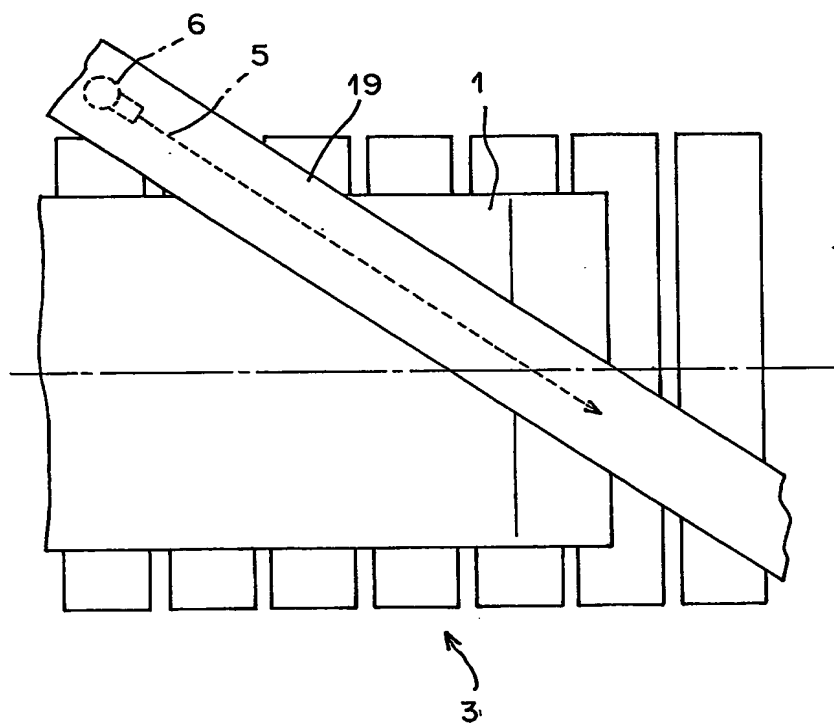


Fig.31



21/23

Fig.32

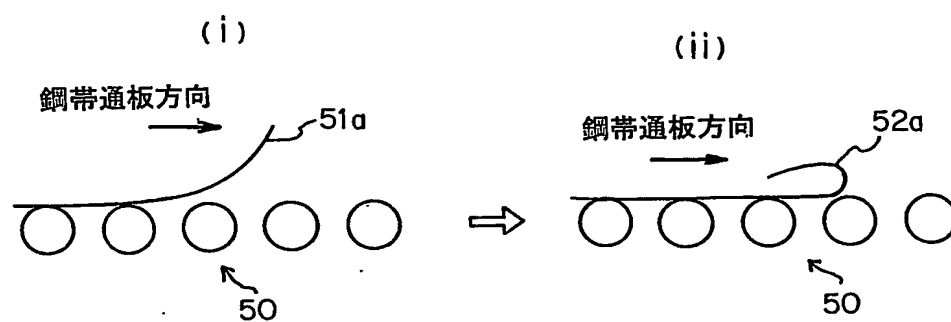


Fig.33

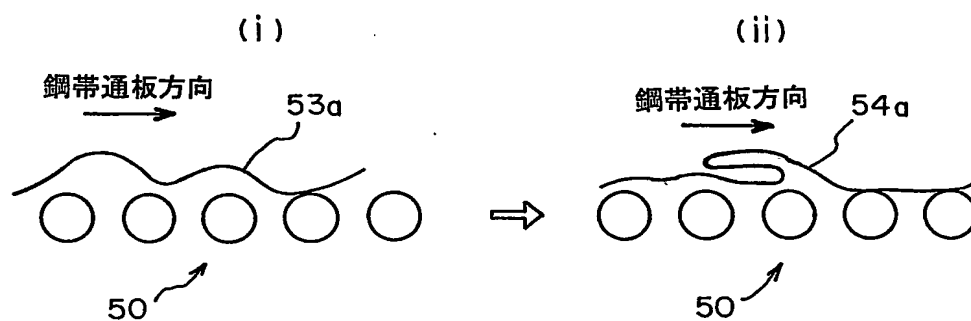


Fig.34

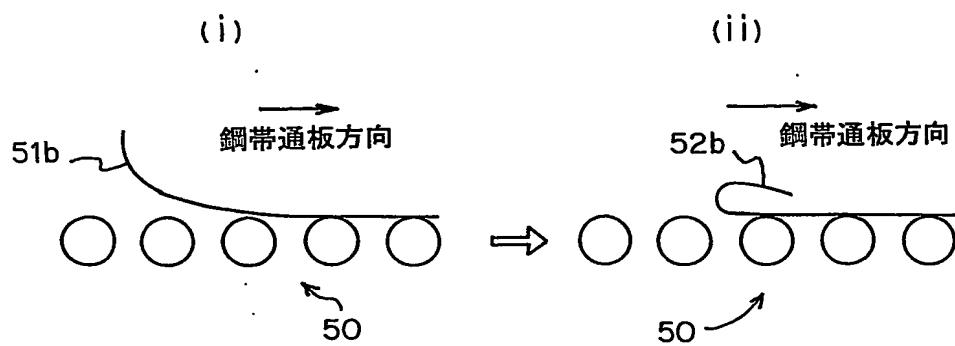


Fig.35

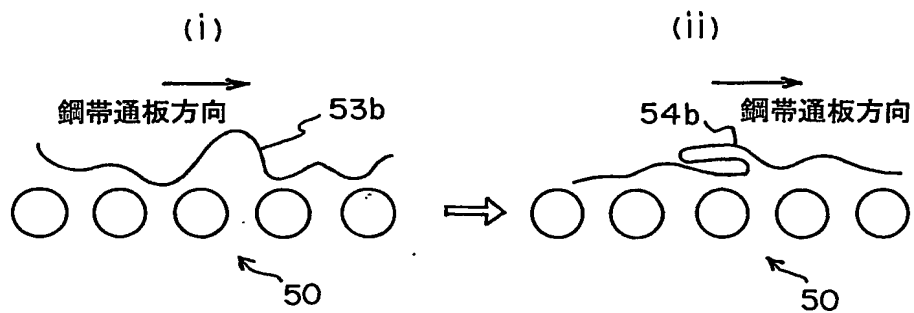


Fig.36

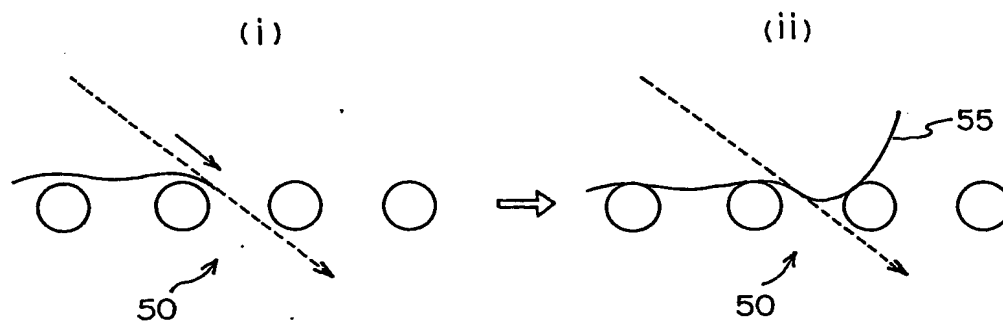


Fig.37A

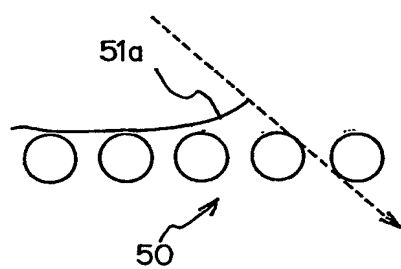
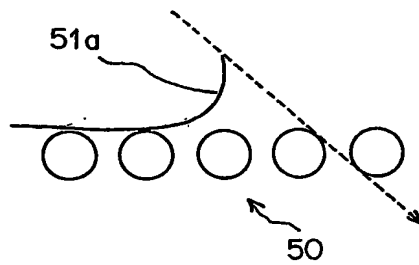


Fig.37B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B21B39/12, B21B39/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B21B39/00-39/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-340911 A (NKK Corp.), 11 December, 2001 (11.12.01), Claims; page 3, left column, lines 5 to 21;	1-3, 5, 10, 11, 12, 20-22, 25-27
Y	right column, lines 10 to 26; Fig. 1 (Family: none)	6, 8, 9, 16, 23, 24, 30
A		4, 7, 13-15, 17-19, 28, 29, 31, 32
Y	JP 9-192717 A (Nippon Steel Corp.), 29 July, 1997 (29.07.97), Claims (Family: none)	6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
20 November, 2003. (20.11.03)

Date of mailing of the international search report
02 December, 2003 (02.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10511

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-267732 A (NKK Corp.), 05 October, 1999 (05.10.99), Claims; Fig. 1 (Family: none)	8, 9, 23, 24
Y	JP 50-7762 A (Nippon Steel Corp.), 27 January, 1975 (27.01.75), Claims; page 2, lower right column, lines 1 to 8; Figs. 5 to 8 (Family: none)	16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl' B 2 1 B 3 9 / 1 2, B 2 1 B 3 9 / 0 0

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl' B 2 1 B 3 9 / 0 0 - 3 9 / 1 2

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2 0 0 1 - 3 4 0 9 1 1 A (日本鋼管株式会社) 2 0 0 1. 1 2. 1 1, 特許請求の範囲, 第3頁左欄第5-21行, 右欄 第10-26行, 図1 (ファミリーなし)	1-3, 5, 10, 11, 12, 20-22, 25-27
Y		6, 8, 9, 16, 23, 24, 30
A		4, 7, 13-15, 17-19, 28, 29, 31, 32

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 11. 03

国際調査報告の発送日

02.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

國方 康伸



4E

3134

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 9-192717 A (新日本製鐵株式会社) 1997. 07. 29, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	6
Y	J P 11-267732 A (日本鋼管株式会社) 1999. 10. 05, 特許請求の範囲, 図1 (ファミリーなし)	8, 9, 23, 24
Y	J P 50-7762 A (新日本製鐵株式会社) 1975. 01. 3. 27, 特許請求の範囲, 第2頁右下欄第1-18行, 第5-8図 (ファミリーなし)	16